LECCIONES

DE

ARQUITECTURA

EXPLICADAS

POR EL PROFESOR DE LA ACADEMIA DE INGENIEROS

COMANDANTE DEL CUERPO

D. BERNARDO PORTUONDO Y BARCELÓ

Coronel graduado, Teniente Coronel de Ejército.

SEGUNDA PARTE.

MADRID.

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1877.

ARQUITECTURA.

DEFINICIONES.

LAS palabras *concebir*, *componer*, *combinar*, *disponer*, *distribuir*, expresan ideas esencialmente distintas, que interesa fijar y precisar con toda claridad, antes de abordar el estudio de las lecciones que forman esta segunda parte de la *Arquitectura*. Y es esto tanto más necesario, cuanto que, por una parte, no bastan las definiciones del *Diccionario de la lengua* para explicar las diferencias de acepcion de dichas voces en este arte, y por otra, son muy frecuentes el error y la confusion de ideas en este punto.

Concepcion, en arquitectura, es la idea general que el arquitecto se hace de la constitucion, en conjunto, de la obra que ha de proyectar; idea, digámoslo así, abstracta y ajena de todo lo que sea parcial ó incidental, de todo detalle. La concepcion es, pues, pura funcion intelectual; mas para formarla no basta muchas veces meditar, ó concentrar las facultades mentales en la consideracion del objeto que se quiere crear; esto sólo es dado á altas y poderosas inteligencias; las más comunes necesitan el auxilio de un principio de expresion, de un ligero bosquejo, que viene á ser como el embrion del proyecto definido. Estudiar las necesidades, las conveniencias, las limitaciones, en una palabra, todas las condiciones generales, es un principio necesario en toda creacion del arte; sin él todo proyecto de arquitectura seria un mero ejercicio práctico y gráfico, en el cual se perderia y desaparecia la esencia de la obra, su verdadero fin. Y como quien concibe bien, expresa con claridad, y nadie puede alcanzar lo último sin haber pasado por lo primero, es claro que así una buena obra de arquitectura será la expresion clara de la concepcion que la produjo, como una concepcion buena conducirá siempre á una expresion clara que sea su reflejo.

Composicion es uno de los complementos de la concepcion. Se toma ésta como base, ó mejor dicho, como núcleo del proyecto, y sobre ella, sobre las ideas generales que la forman y constituyen, se extienden, desarrollan y determinan todos los medios propios para hacerla practicable dentro de los límites de la conveniencia, para realizarla alcanzando el fin propuesto, para completar su expresion, y para fijar las relaciones del todo con las partes y de estas entre sí. Pero adviértase bien que la composicion, precisando, realizando en cierto modo, y dando cuerpo y vida y formas á la concepcion, está limitada en dos sentidos. Primeramente ella no se extiende más allá de la edificacion que se proyecta; en cuanto su existencia conduce á la realizacion de un fin determinado, ella no discute, no plantea, no examina sus relaciones con otros edificios ni con otros objetos que directa ó indirectamente puedan ejercer alguna influencia en las condiciones del proyecto. La segunda limitacion está en el alejamiento de toda cuestion accesoria, y en la postergacion de todo lo que sea más dibujo, más novedad y efecto puramente artístico, que posibilidad práctica de ejecucion económica (1), y de satisfaccion del objeto principal, esencial, íntimo de la obra.

Combinacion es la reunion de elementos simples ó compuestos para constituir una obra ó parte de obra, de manera que las relaciones que los liguen conduzcan prácticamente al fin de necesidad, de utilidad, de armonía que debe realizar toda creacion de arquitectura.

(1) Recuérdese el concepto en que dijimos que debia ser considerada la palabra economía. *(Primera parte.—Introduccion.)*

Distribucion es el arreglo y órden de las habitaciones en que se divide el interior de un edificio, para que haya comodidad, buen aprovechamiento del terreno, facilidad de comunicaciones para unas partes, aislamiento para otras, etc., etc., y sobre todo, propiedad en sus relaciones con los usos, costumbres, y manera de ser de cada pueblo. La distribucion, pues, comienza en donde pusimos el segundo límite á la composicion, y desciende á los más pequeños detalles, que á ella toca ultimar y determinar completamente.

Disposicion. La acepcion que esta voz tiene en arquitectura es tan lata, tan general, que es difícil definirla sin caer en el defecto de particularizar la idea que entraña. En la disposicion entra todo lo concerniente á las condiciones generales y particulares, á las relaciones internas y externas, á las necesidades, á las conveniencias, á la belleza, á las formas, á las proporciones, al sistema de construccion, á la eleccion del lugar, de las avenidas, de las vistas, á la armonía de los ornamentos, al carácter, al estilo, etc., etc. De manera que se puede decir que una buena disposicion debe ser el resultado de una aplicacion racional, justa, bien entendida de todos y cada uno de los principios de la ciencia, de las prescripciones del arte, y de las reglas del buen gusto.

La *concepcion* se dirige, por consiguiente, á realizar una buena *disposicion;* y para alcanzarla, formula un conjunto de ideas generales. Expresarlas y

hacerlas practicables es *componer* el edificio, *combinando* los elementos de la arquitectura del modo que mejor convenga; fraccionar y repartir su interior es *distribuirlo*; y finalmente, dar unidad á todas las partes, hacerlas concurrir al objeto de su creacion, y conseguir esto, atendiendo lo mismo á la ciencia en sus preceptos, que al arte en sus exigencias, y á todas las demás condiciones enunciadas, es *disponer* una obra de arquitectura.

El método que nos proponemos observar para la enseñanza de esta segunda parte es, siguiendo el mismo sistema de pasar de lo simple á lo compuesto, presentar primero los casos de combinaciones de elementos que forman partes de edificios, entre los cuales estudiamos los pórticos y sus variedades, los vestíbulos, salas, escaleras, patios, jardines, etc.; las combinaciones de bóvedas, los sistemas de calefaccion y ventilacion; y finalmente, concluir con una exposicion general acerca de los medios que la arquitectura enseña para crear buenas disposiciones.

LECCION X.

PÓRTICOS.

Entre todas las partes distintas que constituyen el conjunto de un edificio, figura, como la primera en el órden de su estudio y como una de las más esenciales bajo el punto de vista artístico, una disposicion abierta formada por líneas de apoyos aislados, que, por sí solos ó en concurrencia con muros, sostienen un techo y abrazan un espacio de extension más ó ménos considerable. Tal es la idea más general del pórtico. Como variedades de esta disposicion, y no más que como casos particulares de ella, considera la arquitectura los *porches, portales, soportales, corredores* y *claustros*. Definicion.

El estudio de esta importante parte de la edificacion es el objeto que ahora nos proponemos.

Combinacion horizontal.

Desde luego se comprende que la planta ó combinacion horizontal de los elementos que constituyen los pórticos puede afectar muchas y variadas formas, y que los medios de enlace de dichos elementos variarán tambien segun las condiciones esenciales de la construccion, su objeto, la naturaleza de los materiales, el destino, la índole y el carácter de la obra. Ya es el pórtico independiente de toda otra disposicion, y por sí sólo forma edificio aislado; ya es una construccion dispuesta para cerrar y limitar un gran espacio ó plaza, en cuyo centro se alza el edificio principal; ya está adherido á este formando el contorno exterior en todo su desarrollo, ó sólo en una parte ó frente; ya circuye interiormente los cuerpos de un edificio, abriéndose hácia los patios; ya es fachada principal, ó basamento, ó sólo un centro avanzado del frente; ya son las líneas de su trazado rectas, ya curvas; ya los apoyos aislados son piés derechos, pilastras, columnas, ó finalmente, aunque hoy esto es raro, estátuas-apoyos ó cariátides.

Combinacion vertical.

Si de la combinacion horizontal se pasa á la vertical, se encontrará igualmente un número considerable de soluciones; porque además de las diferencias notables debidas á las formas de los apoyos, prismáticos, robustos y pesados si son piés derechos, redondos, esbeltos y ligeros si son columnas, pueden estar unidos por entablamentos, y ser estos, así como los apoyos, de cualquiera de los órdenes conocidos, ó por arcadas, y afectar estas la gran variedad de formas que cabe darles, desde la escarzana muy rebajada hasta la ojiva

más peraltada. El techo sostenido por los apoyos sólos ó por ellos y un muro, puede ser plano, formando cielo raso, ó abovedado, y en cualquiera de los dos casos constituir cubierta que termine la parte superior del pórtico por un terrado ó suelo cuyo pavimento sirva de base á otro pórtico superior. Finalmente, pueden los apoyos sostener un tejado de dos ó de una sola vertiente, y constituir así cobertizos ó tinglados.

Variedad inmensa de combinaciones.

La piedra, el ladrillo, la madera, el hierro, son los materiales empleados generalmente en esta parte de la construccion, y cuyo uso determinan en cada caso la naturaleza y el carácter del edificio. Si á las diferencias á que dá lugar esta circunstancia se añade la inmensa variedad que producen los diversos modos indicados de enlace en la combinacion horizontal y en la vertical de los elementos, es evidente que el resultado dará una idea clara del gran número de tipos distintos que, sin salir de los preceptos más vulgares de la construccion, y sin acudir al auxilio de las variadas expresiones del ornato, se muestran á la razon como otras tantas soluciones de la cuestion que estudiamos.

Apenas hemos comenzado á componer, y ya la arquitectura nos revela toda la riqueza de sus recursos; nuestra vista ya descubre, y nuestra inteligencia abraza, un campo vastísimo y extensos horizontes, dentro de los cuales el arte puede dilatarse con la más ámplia libertad, sin oponerse jamás, sin sentirse siquiera detenido en sus creaciones por las prescripciones racionales de la ciencia.

Pórticos antiguos. Aplicaciones hechas en Grecia.

Son muy raros los monumentos del arte griego y romano que no ofrezcan ejemplos de la aplicacion de los pórticos. En Grecia las *ágoras* (plazas), las palestras y gimnasios, los

templos, los *pæciles*, los teatros, los odeones, contenian siempre pórticos de columnas con entablamentos que los realzaban y les imprimian ese carácter de admirable belleza propio de la arquitectura helénica. Unas veces eran contínuos y cerraban el espacio de las ágoras, ó interrumpidos para dar paso á calles transversales; otras, como en las palestras, constituian recintos que circunvalaban el edificio aislado interior (1); otras, en los templos, formaban una galería contínua adherida á los muros que limitaban la nave ó *cella*, ó á uno, dos ó tres de sus cuatro frentes; otras, en fin, establecian comunicacion entre los teatros y los odeones. El magnífico pórtico, llamado *Pæcile Athenis*, en donde se erigian estátuas á los varones ilustres, entre quienes figuraba el gran Milcíades, que conquistó en los campos de Maraton la libertad de Atenas y de la Grecia entera, y en donde los grandes pintores Mycon y Polygnoto desplegaron los recursos de su génio artístico, es célebre porque en él se reunian para discutir Zenon y sus discípulos los estóicos (2). No ménos célebre fué el pórtico que edificó Pausanias (de Laconia), cuyos apoyos eran estátuas de los cautivos persas vencidos y humillados, y otros análogos en que las cariátides, cuyo orígen hemos explicado en la primera parte, sostenian la masa del entablamento.

Láminas 1 y 2, figs. 1, 2 y 3.

En todos los pórticos de la arquitectura griega, de expresion distinta, formas, proporciones, caractéres y exornacion variables, segun el objeto de su construccion, hay una

(1) Tales eran tambien los *períbolos* de los templos antiguos.
(2) Pæcile Athenis, Zenonis et Stoicorum disputationibus commemorata.

parte constante, invariable: la composicion. Efectivamente, una ó dos líneas de columnas sostienen el entablamento, cuyos miembros señalan las partes que constituyen una cubierta de azotea. Algunas veces una de las líneas de apoyos era sustituida por un muro: es la disposicion que comunmente empleaban los griegos en casi todos los templos y en las ágoras. La primera era más frecuente en las palestras y en las galerías cubiertas que comunicaban los odeones y los teatros, y en ciertas construcciones raras de templos que Vitruvio llama *monópteros*, de traza circular, y que eran como edificios diáfanos, es decir, sin muros y sólo compuestos de columnas sosteniendo la cubierta.

En la arquitectura romana. L. 2, figs. 4 y 5.

En Roma los templos tambien y los teatros y anfiteatros, así como las curias, foros, termas y casi todos los edificios públicos, ostentaban magníficos pórticos, de que apenas quedan ya vestigios, pero cuya celebridad nos ha trasmitido la historia. Semejante su disposicion á la de los pórticos griegos en todas las construcciones religiosas, y en algunas de las civiles, era, sin embargo, distinta en muchos de los correspondientes á la última especie de edificios; la diferencia esencial estaba en la adopcion del arco, que introdujo profundas alteraciones así en las formas como en las proporciones. No aparecen ya sólo las columnas como apoyos, el pié derecho las reemplaza casi siempre, bien exclusivo, bien asociado á columnas ó pilastras empotradas ó destacadas. Inútil es añadir que todas las consideraciones hechas en la primera parte acerca de los órdenes de arcadas comparados con los de entablamentos, encuentran aquí su aplicacion natural y lógica.

Preceptos de Vitruvio.

Pero lo que es muy importante y esencial es dar á conocer los preceptos de Vitruvio sobre las combinaciones de estos elementos, porque, como vamos á ver, son los que generalmente observa y aplica la arquitectura moderna. Primero recomienda, al tratar de los foros, y refiriéndose á los pórticos de las basílicas, que en aquellos siempre figuraban, que la anchura del pórtico sea igual á la altura de las columnas (1). Despues, al describir los pórticos y paseos cubiertos cerca de los teatros, dice que deben ser dobles en profundidad, es decir, estar compuestos de tres líneas de apoyos, ó dos y un muro en el fondo, y que la anchura, esto es, la distancia horizontal entre las bases de los apoyos exteriores y las de los intermedios, debe ser igual á la altura de los primeros, é igual tambien á la que separa los segundos de la pared del fondo (2).

Las explicaciones del célebre arquitecto romano demuestran claramente que la principal condicion que desea ver cumplida en los parajes á donde muchas personas concurren es la de un eficaz abrigo contra la lluvia y defensa contra el ardor del sol. Por esa razon determina la anchura de los pórticos en funcion de la altura de los apoyos exteriores, y áun duplica las líneas de columnas para mejor realizar aquel objeto. Tales preceptos son, en verdad, muy justos y racionales.

(1) Columnæ basilicarum tam altæ, quam porticus latæ fuerint faciendæ videntur.—Vit.: *Lib. V, cap. I.*

(2) Latitudines autem earum ita oportere fieri videntur, uti quanta altitudinæ columnæ fuerit exteriores, tantam latitudinem habeant ab inferiore parte columnarum extremarum ad medias, et a medianis ad parietes qui circumcludunt porticus ambulationes.—Vit.: *Lib. V, cap. IX.*

En otros pórticos de edificios romanos, en donde su objeto era más bien decorativo que útil, no se descubre la observancia de esas reglas, y en general su anchura aparece igual al intercolumnio de la línea del frente; así se ven en algunos templos griegos y romanos, cuando sólo eran el frente anterior, ó este y el posterior, los revestidos de pórticos (1), y en otros que estaban enteramente rodeados de pórticos sencillos sobre las cuatro caras de la nave ó cella (2). Esa igualdad entre la anchura y el intercolumnio permitia aplicar un mismo órden de arquitectura á las fachadas principal y posterior y á las laterales. Pero en los templos *dípteros*, en que los pórticos laterales eran constituidos por dos líneas paralelas de apoyos aislados y el muro de la cella ó nave, la anchura desde la línea exterior hasta la pared era doble del intercolumnio, más un diámetro, ocupando el centro la columnata intermedia; y cuando esta no existia, ó mejor dicho, se empotraba en el mismo muro (3), subsistia la anchura tambien doble. Finalmente, en los edificios públicos aislados, cuyos pórticos en todos sus frentes debian ser más espaciosos, se hacia su anchura igual á tantas veces el intereje cuantas era necesario, ménos un radio, ó á tantas veces el intercolumnio más las mismas veces ménos una el diámetro; y por este procedimiento no sólo se ganaba anchura, sino que la unidad del órden y la armonía de las proporciones eran respetadas.

(1) Disposiciones llamadas templos *prostylos* y *amphiprostylos*.—Vit.: *Lib. III, cap. I.*

(2) Templos *perípteros*.—Vit.: *Lib. III, cap. I.*

(3) Templos *pseudo-dípteros*.—Vit.: *Lib. III, cap. I.*

Ya indicarémos despues otras soluciones para casos especiales que en la práctica pueden ocurrir; pero es evidente que, cuando el arquitecto no se encuentre sujeto, al proyectar, á condiciones locales restrictivas, impuestas por circunstancias anormales, encontrará siempre en los preceptos de Vitruvio y en las prácticas explicadas del arte antiguo la solucion de esta primera parte del problema: las combinaciones horizontales en los pórticos de entablamento.

Pórticos de arcadas en Roma.

Láminas 2 y 3, figs. 6 y 7.

En los de arcadas no explica Vitruvio las relaciones que determinaban en los monumentos romanos su anchura; sin embargo, se puede deducir del exámen de los pórticos del teatro de Marcelo y del Coliseo ó anfiteatro Flavio, que esa dimension era casi siempre sensiblemente igual al diámetro ó abertura de la arcada, ó á un múltiplo de dicha dimension aumentado en los espesores de los apoyos intermedios.

La primera de estas dos soluciones era sin duda aplicable á los pórticos de puro ornato, pues bien se comprende que, con tan pequeña anchura, á pesar de ser las aberturas de las arcadas naturalmente mayores que los intercolumnios de los órdenes de entablamento, no podian considerarse como abrigos eficaces contra la lluvia, por poca que fuese la inclinacion con que esta cayese. Se comprende, pues, que los Romanos quisieron mejor conservar por esa disposicion la unidad y regularidad de las proporciones en los varios frentes, y á esta conveniencia artística sacrificaron la conveniencia positiva de la mayor anchura, en los casos en que la primera podia ser antepuesta á la segunda.

Es de presumir, y algun ejemplo tal vez podria confirmarlo, que en los pórticos de arcadas, sencillos en su fondo,

y destinados á ser realmente útiles, el silencio de Vitruvio signifique la aplicacion á ellos del principio que explica para los de entablamento, es decir, que la anchura fuese igual á la altura de los apoyos, ó mejor, á la de la clave del arco sobre el suelo. Pero más comunes eran, en este último caso, es decir, en los pórticos de arcadas de mucha anchura, las disposiciones basadas en la segunda solucion; así eran los pórticos de doble ó triple fondo.

Dificultades de los pórticos y medios adoptados por los Romanos para salvarlas.

Hemos visto en la primera parte de estas lecciones, al tratar de las arcadas, la diferencia esencial entre su disposicion y la de las líneas de apoyos con entablamento; y se recordará la necesidad de la adopcion de piés derechos fuertes y resistentes, en vez de las ligeras y débiles columnas y pilastras; y la dificultad, imperfectamente vencida por los Romanos, de constituir una disposicion de arcadas capaz de satisfacer las exigencias de la razon, á la vez que las no ménos imperiosas del arte. Las aplicaciones más notables que podemos citar de las arcadas á la construccion de pórticos en Roma, son las del teatro de Marcelo, del Coliseo y de las termas de Caracalla; y la disposicion adoptada en estos monumentos es la de piés derechos con columnas empotradas, sosteniendo techos abovedados.

Se vé que los antiguos arquitectos comprendian perfectamente la necesidad de emplear robustos apoyos, no sólo por razon de los empujes debidos á los arcos, sino tambien por el de la bóveda que sustentaban, y es raro observar en pórticos así cubiertos disposiciones de entablamento y de arcadas sobre columnas. Se vé tambien, y lo demuestra la muy completa restauracion hecha de las termas de Cara- L. 4, fig. 9.

calla, que es el único de los tres monumentos citados cuyos pórticos tengan apoyos angulares (1), que se tuvo buen cuidado de asignar á estos una seccion transversal mayor, y darles por tanto más firmeza para resistir á la resultante de los empujes de los arcos extremos y de los producidos por las bóvedas respectivas.

Combinaciones verticales en Grecia y Roma.

Las combinaciones verticales de los pórticos griegos y romanos no exigen larga explicacion para ser completamente conocidas. En Grecia, ya lo hemos dicho varias veces, eran raras las construcciones de más de un piso; así, el órden de arquitectura adoptado es la expresion clara y bien definida de la combinacion vertical de los pórticos griegos. Además, la bóveda y el arco no eran empleados, y ya nos son perfectamente conocidas las formas, proporciones y decoracion de los entablamentos y de los techos planos ó cielos que los cubrian. Análogas observaciones podemos hacer respecto de los pórticos de entablamento romanos, generalmente cubiertos con techos planos; pero en los de arcadas, cubiertos por bóvedas, y en los superpuestos, correspondientes á diversos pisos, es preciso que nos detengamos un poco para estudiar sus composiciones verticales; y para ello empezarémos por recordar, sin explicar nuevamente, todo cuanto sobre las arcadas romanas consignamos en la leccion IV de la primera parte.

Vitruvio prescribe, en términos demasiado absolutos, que las columnas superiores deben ser un cuarto ménos elevadas que las inferiores, y dice que así procede la naturaleza en el

(1) Los del teatro de Marcelo y del Coliseo son de planta curva.

crecimiento de los árboles, y que el arte debe acomodarse á imitarla, dando á las partes inferiores más grueso que á las superiores (1). En algun monumento importante se descubre rigorosamente aplicada la regla anterior; otros, sin embargo, como el Coliseo y el teatro de Marcelo, se separan algo de ella.

Como se vé, no hace el texto latino distincion de órdenes, ni áun establece diferencias entre las dos especies de pórticos; y como es violento suponer que, á pesar de la latitud admitida en las proporciones de aquellos, la relacion $\frac{3}{4}$, antes dicha, fuese invariable, caben dudas en la interpretacion que se debe dar al precepto de Vitruvio.

El principio de la disminucion de alturas y de diámetros se desprende de la razon natural; pero esa disminucion no puede haber sido la misma para pórticos superpuestos del mismo órden, para otros de órdenes diferentes, para los de arcadas sobre piés derechos ó sobre columnas, ó sobre piés derechos con columnas ó pilastras empotradas. Los del anfiteatro Flavio y del teatro de Marcelo son de arcadas sobre piés derechos con columnas empotradas; el primero presenta en el pórtico bajo columnas dóricas, en el principal jóni-

(1) Columnæ superiores quarta parte minores quam inferiores sunt constituendæ: propterea quod oneri ferendo, quæ sunt inferiora, firmiora debent esse, quam superiora. Non minus, quod etiam nascentium oportet imitari naturam, ut in arboribus teretibus, abiete, cupresso, pinu, é quibus nulla non crassior est ab radicibus: deinde crescendo progreditur in altitudine, naturali contractura per æquata nascens ad cacumen. Ergo si natura nascentium ita postulat, recte est constitutum, et altitudinibus et crassitudinibus superiora inferiorum fieri contractiora.....—VITR.: *De foro ejusque dispositione*, lib. V, cap. I.

cas, y corintias en el segundo; el piso tercero estaba dispuesto como despues dirémos. El pórtico bajo del teatro de Marcelo es dórico; el principal, que es el superior, jónico.

En estos monumentos, en que las proporciones parecen muy bien observadas, se descubre que están aplicadas del mismo modo que si las arcadas y los piés derechos no existieran; y en este concepto, considerados como de entablamento, se nota diferencia entre la disminucion de alturas y diámetros que presentan, y la que Vitruvio prescribe, pues es más gradual y ménos pronunciada.

Lo que desde luego se puede afirmar, es que el diámetro inferior de la base de una columna no era mayor que el superior de la columna que la sostenia; y que, dentro de la inmensa variedad de tipos que en un mismo órden ó en órdenes diferentes cabia adoptar, escogian los más apropiados al carácter y al grado de riqueza, de elegancia ó de severidad que querian dar á cada piso.

Se observa además que la interposicion de un estilobato venia á subsanar de una manera muy ingeniosa y perfectamente racional la impropiedad que hubiera resultado, si la altura de cada piso se hubiese limitado á la de las columnas solamente, en contraste chocante con su importancia respectiva.

Finalmente, sobre el pórtico más elevado del Coliseo, que como hemos dicho es de órden corintio, existe un piso sin pórtico, y se reconoce que, para salvar la impropiedad de levantar sobre construcciones abiertas una llena y contínua, acudieron los Romanos á un procedimiento digno de aplauso, cual fué el de dar á la última el carácter de ligereza que

el dibujo indica; ese piso, en efecto, se muestra constituido por esbeltas pilastras empotradas, que, correspondiendo verticalmente sobre las columnas inferiores, limitan espacios cubiertos por un muro de materiales pequeños, y relativamente de poca resistencia, en los cuales aparecen los vanos más altos del edificio. Así, cuando no podian evitar el contraste irregular de una disposicion abierta, como un pórtico, sustentando una obra maciza, cuidaban de adoptar soluciones aptas para hacer desaparecer aquella impropiedad, no siempre evitada con acierto en las obras modernas.

Tampoco acostumbraban superponer pórticos de diferentes especies, y así procedian de un modo muy racional y justo, porque es imposible admitir que una arcada y un órden de entablamento tengan aberturas iguales, sin aproximar demasiado los apoyos de la primera, ó separar mucho las columnas del segundo, á menos que se empleen en ellos materiales distintos capaces de justificar esa alteracion de proporciones; pero este último procedimiento no fué aplicado por los Romanos, y despues dirémos dos palabras sobre él.

Encuentros de pórticos en la arquitectura griega y romana.

Los enlaces de las columnatas ó de las arcadas en los ángulos salientes, eran aparejados por los Romanos de varios modos que vamos á indicar. En los templos perípteros, pseudo-perípteros, dípteros y pseudo-dípteros, no imitaban la disposicion de los órdenes griegos de entablamento, pues en vez de hacer menor el intercolumnio en los ángulos, y establecer así un triglifo precisamente hácia la arista del friso, pospusieron la racionalidad artística de esta práctica á la regularidad nacida de la absoluta igualdad de todos los

intercolumnios. Así, pues, en el encuentro de dos columnatas formando pórticos nada alteraba la arquitectura romana de cuanto hemos dicho acerca de su disposicion horizontal. Lo mismo era respecto de los ángulos salientes que respecto de los ángulos entrantes; y forzoso es reconocer que, si bajo el punto de vista artístico la ausencia de los triglifos en el ángulo saliente parece impropia, no hay, sin embargo, nada de irregular ni de chocante en que los intercolumnios y las secciones de todos los apoyos sean iguales en toda la disposicion, porque tratándose de pórticos de entablamento cubiertos por techos planos (y este era el caso de todos los pórticos griegos y de los romanos en monumentos religiosos), no debe haber realmente más que acciones verticales sencillas sobre los apoyos de ángulos entrantes ó salientes.

L. 3, fig. 8. Mas no se observa lo mismo en los monumentos civiles; el célebre pórtico de Octavia, que Augusto hizo levantar en honor de su hermana á la inmediacion del teatro de Marcelo, tiene ángulos entrantes y salientes; y como indica la figura, los de las extremidades no presentan alteracion alguna; pero los formados por el cuerpo central, más elevado y ancho, con los laterales, están considerablemente reforzados por porciones de muro con una pilastra empotrada en su frente. Hemos dicho ya cómo los Romanos robustecieron los apoyos angulares en el gran pórtico de las termas de Caracalla, compuesto de arcadas sobre piés derechos con columnas empotradas.

Con sólo el exámen de estos tipos basta para comprender que habia dos medios principales para disponer los ángulos de los pórticos cuando las acciones en ellos eran más enérgicas: aumento de la seccion, ó adicion de pilastras y porciones de muros. Ya verémos que, á excepcion de algunas obras del Renacimiento, los mismos medios han sido casi siempre empleados en épocas posteriores y áun lo son en nuestros dias.

Los pórticos de la arquitectura latina, que generalmente rodeaban los átrios de las basílicas cristianas, eran casi siempre formados por columnas, que sostenian unas veces entablamentos de órden, y otras arcos de medio punto. En cuanto á sus combinaciones horizontales ninguna novedad presentan respecto de los pórticos análogos de la arquitectura romana. Pero como las columnas empleadas para la construccion de las primeras iglesias del cristianismo eran las mismas de otros monumentos romanos, no sólo eran apoyos en general débiles para constituir arcadas, sino que además eran muchas veces de distintos órdenes, de alturas y secciones desiguales. Así es que no se descubre en este período otra ley en las disposiciones de los pórticos de una ú otra clase que el desórden y la hibridez, hijos de la pobreza y la penuria, que obligaban á aprovechar y aplicar elementos diferentes y constituir partes inarmónicas. **Pórticos de la arquitectura latina.** L. 4, figs. 10 y 11.

Por lo demás, en su inmensa mayoría, por no decir en su totalidad, los pórticos á que nos referimos no pueden servir de modelos, y su descripcion ofrece más bien interés histórico que utilidad para la enseñanza, porque las nociones más elementales del arte parecen en ellas completamente desconocidas ú olvidadas. En donde los apoyos debian ser fuertes y resistentes para contener empujes de bóvedas, se ven con frecuencia débiles columnas reunidas por entablamentos,

cuando no por arcos que las hacian ser y aparecer aún más débiles; elementos heterogéneos, columnas desiguales, unas más altas, otras más bajas, ya lisas, ya estriadas, de diversas formas y materiales, formando un conjunto abigarrado, extraño y sin unidad. Se vé igualmente con frecuencia un pórtico de arcadas sostenido por otro de entablamento con los mismos intercolumnios; y todo parece llevar así impreso el desórden nacido de la necesidad de construir en breve tiempo y con escasos recursos. En medio de todo, sin embargo, aparece una idea feliz en alguna basílica del siglo VIII: la sustitucion de las columnas por pilares octogonales de poca altura; idea que más tarde vemos renacer en las famosas arcadas del Renacimiento.

Arquitectura bizantina. La arquitectura bizantina empleó en los pórticos, como apoyos, las columnas y los pilares, y los enlazaba por arcos de medio punto, procediendo así como la latina; mas la forma especial de los capiteles, que hemos dado á conocer en la primera parte de estas lecciones, permitia disminuir bastante la abertura ó luz de cada arco, y admitir más espesor en
L. 5, fig. 12. los tímpanos. Los pórticos de Santa Sofía pueden ser considerados como el tipo de su disposicion.

Debiéramos ocuparnos aquí de los pórticos árabes que tantos puntos de semejanza presentan con los bizantinos. Pero el grande interés que debe inspirarnos el conocimiento de este género de arquitectura nos mueve á no fraccionar su estudio, y reservarlo para lecciones especiales, en que procurarémos presentar todos sus principales caractéres.

Arquitectura de la Edad Media. En este largo período rara vez se encuentran los pórticos como obras destinadas á numerosas reuniones de gente, paseos, etc., y áun se puede decir que la arquitectura civil jamás los emplea como edificios aislados é independientes; sólo en ciertos casos, más bien como portales ó vestíbulos abiertos, ya al exterior, ya á los patios, vienen á ser partes accesorias que no ofrecen grande interés al estudio del arte, porque son disposiciones principalmente regidas por el gusto y capricho particular de cada propietario, careciendo de unidad, é impropias para constituir un tipo. De ellas, en efecto, sólo se puede decir que solian ser profundas galerías (1), abiertas por arcadas en su frente, y cerradas por muros en los texteros.

No es esto afirmar que dejen de existir en algunos edificios de la arquitectura civil de la Edad Media ciertos pórticos, que oportunamente citarémos, muy interesantes. Pero los verdaderos pórticos correspondientes á esta época, en donde se encuentran con caractéres dignos de exámen, es en la arquitectura religiosa, en los monasterios, en las iglesias: son los cláustros. Y no nos referimos á esos barrios, especies de ciudades del clero, que venian á ser como secuelas de las abadías y catedrales: hablamos de las galerías ó pórticos que rodeaban los patios ó átrios, y que en el primer caso parecen recordar la disposicion del patio romano *(cavædium)*, aunque con dos puntos esenciales de diferencia: el zócalo ó murete corrido de regular altura sobre que se asientan las columnas en los claustros, y la pequeña altura de estas.

El tipo general de los claustros del siglo X era el de pór-

---

(1) A pesar de la acepcion que al tratar de las salas darémos á la palabra *galería*, está muy admitida para designar los pórticos interiores.

ticos de arcadas de medio punto sobre columnas pequeñas sencillas, ó dobles en sentido perpendicular á su frente; techo de madera de una sola vertiente sin tirantes, ó entramado del mismo material sirviendo de piso á un cuerpo superior, cuando lo habia; apoyos más robustos en los ángulos; zócalo corrido como un banco á la altura de las bases; otro banco adherido á la pared del fondo; mucha anchura ó profundidad, y columnas muy cortas. Habia, sin embargo, algunas excepciones, en que la cubierta era formada por una série de bóvedas por arista sobre plantas cuadradas; y en estos casos los apoyos eran pilares ó piés derechos rodeados de columnitas destacadas, cuyos capiteles recibian los arcos-aristones y los fajones. La mucha anchura y la poca elevacion hacian posible que, á pesar del sol, la lluvia ó el viento, los religiosos se entregasen tranquilamente á las prácticas ó meditaciones á que en los claustros se dedicaban con frecuencia: la altura reducida de la cubierta permitia además establecer por cima de ella, en el muro, los vanos precisos para dar luz directa á las salas contiguas.

La sencillez de estos primeros pórticos del estilo, por muchos llamado *románico,* y que nosotros hemos dado á conocer en la primera parte con el nombre de *romano-bizantino,* se cambia en lujo y riqueza de materiales y esculturas en el
L. 5, fig. 13. siglo XI, y sobre todo en el XII, con excepcion de algunos que, mejorando las primitivas disposiciones, y haciéndolas más sólidas, fuertes y durables, se revistieron de una gran severidad y fueron en extremo sóbrios, proscribiendo la vana ornamentacion y la esplendidez.

Pero fuera de estos casos, y áun contraviniendo las seve-

ras prescripciones de la órden monástica á que pertenecian, algunos conventos del siglo XII ostentaban en sus claustros L. 5, figura 14 (1).
magníficos mármoles, capiteles primorosamente esculpidos, alegorías de historia sagrada, arcadas simuladas, revestimientos de mármol, etc., etc. En las galerías unas veces, ó en algun ángulo de los patios, se colocaba la fuente para las abluciones, que en el segundo caso estaba resguardada y cubierta por medio de un pequeño techo, sostenido por apoyos aislados.

Los pórticos románicos levantados en las regiones del Norte fueron más tarde (en los siglos XIII y XIV) convertidos en galerías con cristales, no obstante haber sido muchos de ellos de tal manera dispuestos, con tan extraordinario grueso en los apoyos y tan reducida luz en las aberturas, que más parecian fuertes muros con vanos, que construcciones abiertas, porque así lo exigian las condiciones del clima. Muchos de los claustros de las regiones meridionales subsisten, al contrario, tales como fueron construidos, y pueden dar una idea bien clara de la inteligencia que presidia á las obras de arquitectura románica.

Las figuras indicadas al márgen, en las cuales hemos anotado la época y el estilo á que pertenecen, ponen á la vista los caractéres especiales de cada disposicion, sus puntos comunes y las variaciones sucesivas por que fueron pasando esas partes importantes de la arquitectura de la Edad

(1) Una inscripcion de este claustro ha dado motivo á atribuir su construccion al año 1100; pero sus ojivas parecen indicar que pertenece esta obra á la segunda mitad del siglo XII, y que mejor se le debe considerar como de *transicion,* que como *románico.*

Media. Primero las bóvedas cilíndricas contínuas de directriz semicircular, y alguna vez por tranquil (1), con ariston de ángulo (rincon de claustro) (2); fajones cuyos arranques descansan por un ladò sobre ménsulas en el muro de fondo, y por otro sobre pilastras empotradas en los pilares; y trasdós muy inclinado formando azoteas: todo recuerda el órden de las obras antiguas romanas, á pesar de ciertas ligeras diferencias, como arcadas simuladas en el fondo, subdivision de tramos por columnitas apareadas, bancos, zócalos, etc. Otras veces son análogas disposiciones con cubiertas de madera, ó con bóvedas por arista romanas. Despues se descubren ya diferencias más esenciales del arte antiguo: comienza la directriz á ser ojiva en los cañones cilíndricos, las aberturas de medio punto se estrechan con pequeñas arcadas en cada tramo y ojos en los tímpanos, y el pórtico superior se cubre con madera. Al fin del siglo XII la emancipacion de las prácticas antiguas es más pronunciada: los pilares están rodeados de columnas; las bóvedas por arista se combinan para cubrir grandes salas cuadradas abiertas; las arquivoltas son las mismas secciones rectas de los cañones cilíndricos transversales, y los aristones en el muro de fondo son recibidos por columnas enteramente destacadas.

L. 5, fig. 15.
L. 6, fig. 16.
L. 6, fig. 17.

Los claustros de la segunda mitad del siglo XII y principios del siglo XIII, considerados en su sistema de construccion, son del mismo tipo que los románicos anteriores; pero,

(1) Arco cuyos arranques están á distinta altura. Se los traza por medio de arcos de círculo tangentes.

(2) No se debe confundir este aparejo con el de la bóveda claustral ó esquifada.

mirados bajo el aspecto artístico, presentan caractéres bien distintos: corresponden á la transicion romano-ojival, entre los que aún respetaban las tradiciones, y los góticos que rompieron con ellas todo lazo, toda relacion. Ya las bóvedas por arista son de directriz ojiva; las arcadas son mezcla del medio punto y del apuntado; las arquivoltas se molduran, así como los ojos de los tímpanos, y estos apenas cargan las débiles columnitas entre los pilares, porque son sólo delgadas paredes ó lienzos de relleno, como para resguardar las galerías del sol y de la lluvia, sin quitarles luz y sin alterar la esencia de su disposicion. L. 6, fig. 18.

La gran profundidad de estos pórticos, unida á la poca altura de las pequeñas arcadas, hizo sin duda pensar en la conveniencia de cerrar los ojos de los tímpanos con cristales, y convertirlos en verdaderas rosas, cuyas proporciones permitieron algunas veces la supresion de las grandes arquivoltas entre los pilares, quedando así las aberturas reales reducidas á las de la pequeña arcada sobre columnitas. No hay duda que la disposicion es ingeniosa, y además muy apropiada para los climas frios y húmedos en donde nació, ó, si no nació, tuvo su más grande desarrollo la arquitectura del cristianismo occidental. L. 6, fig. 19.

Hay en los claustros románicos de los siglos XI y XII algunos vicios y defectos que conviene señalar: las cubiertas de madera, que generalmente les servian de techo, de poca vida y de mal aspecto, no podian ciertamente convenir: sus empujes no eran destruidos en lo general por tirantes, y aunque para resistirlos se recurrió al ingenioso procedimiento de duplicar las columnitas, dándoles capiteles y bases comunes

de una sola pieza, haciendo vertical la generatriz interior de una, y fuertemente inclinada la exterior de la que daba al patio, es lo cierto que la mayor parte de ellos han debido ser reparados y profundamente modificados en épocas posteriores.

La transicion iniciada al comenzar el siglo XIII adopta ya las bóvedas de un modo absoluto, las combina con inteligencia para minorar los empujes, y robustece los pilares que las sostienen. Véase cuánto se separan ya estas últimas disposiciones de las del arte antiguo, con el cual sólo las liga la presencia del arco de medio punto, siquiera á veces combinado con la ojiva. Las que ahora pasamos á estudiar borran ese resto de semejanza, y se revisten de un carácter y de un aspecto verdaderamente original: son las de los claustros góticos.

La idea iniciada en el período de transicion se extiende y se desarrolla; los claustros tienen la misma disposicion general; se conservan las grandes arcadas entre los fuertes pilares, que unas veces son grupos aparentes de delgadas columnitas, y otras están respaldados por contrafuertes de seccion transversal más ó ménos sencilla; tambien existen sobre las columnitas intermedias las pequeñas arcadas sencillas ó agrupadas; asimismo los aristones descansan sobre ménsulas del lado del muro de fondo: este suele ser realzado y exornado con pinturas y esculturas (figura 23): y á semejanza, en fin, de los románicos, los claustros góticos presentan en los tímpanos comprendidos entre las arcaditas inferiores y la arquivolta principal, una rosa ú ojo circular. Pero ya los arcos de medio punto desaparecen, las bóvedas son

Láminas 6 y 7, figs. 20.

L. 7, fig. 23.

siempre de directriz ojiva y por arista, y ojivales tambien, ó algunas veces lobuladas, las grandes y las pequeñas arcadas; el espacio ó tímpano entre estas no contiene sólo una gran rosa, sinó que está todo lleno de multiplicados nervios, y cerrado frecuentemente por cristales, ó sin ellos, como se vé en la figura 21, ó sólo en las rosas, como en la figura 22. L. 7, figs. 21 y 22.

La disposicion de las figuras 24 es sencilla, ligera y elegante; se vé que sobre el pórtico inferior se levanta un piso, cuyos vanos juegan perfectamente con las aberturas de la galería, y que la ligereza de dicho piso evita el efecto chocante de macizos sobre obras abiertas. L. 7, fig. 24.

Los claustros de los siglos XIV y XV presentan, en general, muy pocas diferencias con los que acabamos de describir; como excepciones, en el XIV, aparecen algunos que (salvo la ojiva) recuerdan los románicos (figura 25); y en el XV, allí en donde el clima era ménos crudo, se solia prescindir de los cristales, de los nervios, y hasta de las pequeñas arcadas y columnitas, quedando sólo los grandes arcos ojivos entre los pilares. L. 8, fig. 25. L. 8, fig. 26.

Finalmente, como aplicacion ingeniosa de una idea feliz, y como ejemplo de un bello monumento, se puede citar el claustro representado en la figura 27. Los apoyos son dos filas paralelas de columnas alternas sosteniendo bovedillas ojivales por arista, y formando un estribo resistente y de ligero aspecto, para contrarestar el empuje de la armadura que cubre el claustro. L. 8, fig. 27.

Como aplicaciones de los pórticos en la arquitectura civil de la Edad Media, hemos puesto en nuestras láminas las figuras 28 y 29. Láminas 8 y 9, figuras 28 y 29.

LECCION XI.

CONTINUACION DE LOS PÓRTICOS.

Pórticos del Renacimiento.

La grande importancia de estas construcciones nos obliga á detenernos algo en su estudio, antes de entrar en la exposicion de los principios y de la práctica del arte moderno en la disposicion de los pórticos. Mucho antes de que la ojiva y las flechas, y los contrafuertes y pináculos, y las otras partes características de la arquitectura de la Edad Media hubiesen sido abandonadas y proscritas; y antes aún de que la Iglesia, rompiendo los lazos de proteccion con que sostenia y fomentaba el desarrollo y los progresos de la grande institucion de la francmasonería, fulminase contra ella los severos fallos que produjeron su dispersion y disolucion; antes,

en fin, de que el estilo ojival cayese muerto á los piés del arte greco-romano restaurado, y cuando todavía, en medio de la decadencia, habian de aparecer brillantes destellos, como los de Santa María dei Fiore, ya á fines del siglo XIV
L. 9, fig. 30. aparecia el admirable pórtico de la Loggia dei Lanzi, con arcadas de medio punto de orígen y tradicion romanos.

Más adelante, no son ya sólo las formas de los arcos, son los apoyos, los entablamentos, los techos planos artesonados, las bóvedas cilíndricas y sus compuestas, etc., etc., los diversos elementos de la arquitectura antigua, los que vienen á aparecer reunidos en los numerosos pórticos levantados en Italia por arquitectos del Renacimiento. Lo mismo en estas que en casi todas las producciones de esta época en Italia, que fué la cuna del estilo nuevo, se observa que en el detalle, en el elemento, se imita á Grecia y á Roma; pero en la composicion, en el conjunto, ni se imita las obras antiguas en la forma ni en las proporciones. Unas veces los apoyos son columnas, otras son piés derechos con columnas ó pilastras empotradas, otras son columnas pequeñas apareadas reunidas por un arquitrabe, otras son combinaciones de estas últimas con piés derechos, acompañados ó no de columnas ó pilastras empotradas y adheridas; otras, finalmente, son pilares prismáticos de seccion octogonal, ó haces de columnas delgadas, que recuerdan los apoyos del estilo ojival.

En los no frecuentes ejemplos de pórticos de entablamento, lo más general era cubrirlos con techos planos, y se comprende que la disposicion así está bien entendida bajo el doble aspecto de la resistencia y del arte. Pero el mayor número de los pórticos del Renacimiento, particularmente en Italia, es del sistema de arcadas, siempre semicirculares, cubiertos con techos planos ó bóvedas cilíndricas, ó bien (y esto es lo más comun) con bóvedas por arista. Esta es sin duda una disposicion muy racional; pero el Renacimiento no adoptó el pié derecho, único apoyo cuya firmeza contrasta el fuerte empuje de las bóvedas, y empleando columnas ó esbeltos pilares, muy elegantes sin duda, pero muy débiles, tuvo que llamar en su auxilio elementos extraños, como los tirantes y áncoras de hierro, y revelar así, con perjuicio del efecto artístico, la deficiencia de aquellos elementos. Así se vé este defecto resaltar en el pórtico ya citado de la Loggia dei Lanzi (figura 30), que pasamos á describir.

Cuatro pilares de seccion cuadrada con pilastras empotradas son los apoyos que sostienen tres grandes arcos de medio punto, que constituyen con sus tímpanos y entablamento la arcada del frente. Entre esta y el muro del fondo, que dista de ella una magnitud poco ménos de la altura de clave, existen tres grandes bóvedas por arista, cuyos empujes son, como acabamos de decir, destruidos por tirantes de hierro. Los pilares, sobre zócalos elegantemente decorados, reciben en su parte superior los arranques de los arcos por medio de una preciosa disposicion, que, sin ser una verdadera imposta ni tener las formas acabadas de un capitel, llena perfectamente los oficios de la primera, y es una reminiscencia del segundo en el órden corintio. Loggia dei Lanzi.

Los cuatro frentes de cada pilar están reforzados con pilastras, de modo que hácia el interior del pórtico, y á derecha é izquierda, se presentan cinco ángulos diedros rectos,

cuyas aristas verticales (tres salientes y dos entrantes) reciben los arranques de los aristones; mas el enlace de la pilastra exterior con las dos laterales está formado por un chaflan de seccion moldurada, que semeja un haz de delgadas columnitas, el cual, jugando entre las inflexiones del capitel, y resaltando por entre sus hojas, se prolonga y sigue el contorno del arco, formando arquivolta.

Sobre los tímpanos, que están adornados de bellas esculturas, se extiende un friso sencillo y elegantemente decorado, que sostiene la cornisa; y esta, que presenta cierta mezcla de las corintias y de los coronamientos ojivales, lleva una preciosa balaustrada.

Esta obra, debida á Andrea di Cione (Orcagna), es, como se vé, una transicion verdadera del estilo arquitectónico de la Edad Media al arte romano antiguo restaurado. Es la primera manifestacion del Renacimiento.

Otros pórticos del Renacimiento en Italia. L. 10, fig. 32 y L. 11, fig. 33.

Los pórticos de arcadas sobre columnas, que el Renacimiento parece haber tomado más bien de la arquitectura latina ó de la romana en decadencia, que de los mejores períodos del arte antiguo, rara vez se presentan en Italia cubiertos con techos planos, que serian más propios y producirian una disposicion más admisible; generalmente sostienen bóvedas, cuyos empujes ya hemos dicho que sólo con el auxilio del hierro es posible resistir. No se verifica lo mismo cuando los apoyos son piés derechos con columnas ó pilastras empotradas. Pero en ambos casos, y particularmente en el primero, los apoyos de los ángulos salientes y entrantes presentan secciones diferentes, porque su posicion reclama un aumento de robustez. Los medios más generalmente

adoptados para alcanzar ese objeto fueron los que indican las figuras 32 citadas al márgen, aplicables unos al primero y otros al segundo de los sistemas dichos. Como se vé, no todas esas soluciones son admisibles, si se exige, como parece natural, la exclusion de tirantes de hierro.

Entablamentos con bóvedas y dobles apoyos.

Hemos dicho que los pórticos de entablamento son impropios para ser cubiertos por bóvedas. Su uso, por esa razon, ha sido muy limitado; pero se comprende la posibilidad de salvar las dificultades técnica y artística, que nacen de la debilidad de las columnas, duplicándolas en el sentido en que son solicitadas al giro ó resbalamiento por las bóvedas que sustentan. Existe un monumento del siglo XVII en Roma que ofrece una grande aplicacion de esa idea: el pórtico de San Pedro, que, muy aplaudido por unos y por otros censurado, se puede afirmar que es obra digna de admiracion. Pero lo que aquí nos interesa más es conocer la solucion, y al examinarla hacer ver que sólo parece aplicable en casos muy especiales. Por lo demás, al tratar de la arquitectura religiosa, hemos de ocuparnos extensamente de la gran basílica del Renacimiento, y de todo lo que á ella se refiera, y allí entrarémos en detalles y apreciaciones que ahora nos distraerian del objeto especial de esta leccion. L. 9, fig. 31.

Techos planos.

Cuando en la primera parte estudiamos las disposiciones de los techos en general, ya planos, ya abovedados, se recordará que censuramos la aplicacion de los primeros en algunas obras del Renacimiento, y que dijimos algo sobre la impropiedad de figurar superficies contínuas en los cielos, ó grandes casetones, cuando tales disposiciones eran sólo aparentes, y no, como en Grecia y Roma, la expresion real de

la verdad. Las censuras serian enteramente aplicables á los pórticos cubiertos por techos planos, si no fuesen muy poco numerosos en la época á que nos referimos, cuyos arquitectos en general debieron de comprender que las formas monumentales de los pórticos de entablamento con techos planos no se avenian bien con la necesidad de sustituir á los grandes arquitrabes enterizos griegos y romanos, dinteles compuestos de pequeñas piedras, y á las enormes vigas transversales y las otras piezas que constituian los antiguos casetones, bóvedas adinteladas de imposible ejecucion perfecta, ó entramados de madera cubiertos y ocultos por mortero, yeso y enlucidos.

Proporciones en el Renacimiento. Respecto de proporciones en los pórticos del Renacimiento, es difícil, por no decir imposible, encontrar relaciones que tengan cierto carácter de generalidad, porque ni siempre se sujetaron á los preceptos del arte greco-romano más que en los elementos, ni las creaciones de esta época ofrecen aquella unidad de carácter precisa para deducir reglas. Al contrario, hay en sus obras mucha parte de esas fantasías, casi siempre llenas de gracia, de elegancia y de oportunidad local, que, muy bellas en las circunstancias á que se han aplicado, serian tal vez impropias y hasta irracionales en otras distintas.

Puede servir de ejemplo el edificio de la figura 33; un pórtico de arcadas sobre columnas corintias de capitel compuesto sostiene un techo abovedado, que sirve de asiento á un piso de muy poca altura, de vanos pequeños y grandes entrepaños; sobre este piso, sin coronamiento intermedio, vuela un alero de tejado ordinario. Si sometemos esta obra á

un exámen sério, lo primero que nos llama la atencion es que el pórtico, construccion abierta, sostiene otra llena y continua, sin que ni áun se haya disimulado el aspecto desagradable de tal contraste por una estructura análoga á la del último piso del Coliseo; despues, y como para agravar ese defecto, se nos presenta un pórtico de arcadas y con bóvedas, sobre las más débiles de todas las columnas, con un refuerzo angular insuficiente, y cuyo conjunto acusa su poca firmeza propia, mostrando á la vista los tirantes de hierro que el dibujo indica; finalmente, el pórtico hace aquí oficio de basamento, porque es muy pequeña la escalinata. No se puede, ciertamente, ni se debe presentar á los que estudian arquitectura este pórtico como un modelo; todo está en él opuesto á los preceptos racionales. Pero no se puede ni se debe negar que esa ligera y sutil decoracion del piso alto, esos sencillos dibujos del friso que corona la arcada, esa falta de coronamiento del muro, y la apariencia en su lugar de los cabios del tejado, ese aspecto evidente de ligereza y de poca importancia que se ha sabido imprimir á la construccion sostenida por el pórtico, borra por completo, bajo el punto de vista artístico, los defectos antes señalados.

Arquitectura moderna. Hasta aquí hemos considerado los pórticos en los principales estilos de arquitectura de las diferentes épocas de la historia del arte; y parece natural que ahora nos ocupemos de la disposicion, proporciones y decoracion de los que construye y levanta la arquitectura de nuestros dias. En realidad, nada nuevo nos queda que decir para hacerlos conocer de una manera completa; pudiéramos limitarnos á hacer un resúmen de los principios expuestos al examinar

los de épocas pasadas, porque todos, sin excepcion alguna, les son perfectamente aplicables. Pero dos circunstancias muy importantes exigen que nos detengamos algo, si no para consignar principios nuevos, antes desconocidos ó no aplicados, para ver de qué modo es preciso hacer de ellos discreta aplicacion.

Esas dos circunstancias son: primera, la diversidad de climas, de costumbres y de organizacion social de los pueblos modernos; y segunda, la conveniencia de aplicar nuevos elementos de construccion, que la industria moderna ha sabido explotar, imprimiendo á la arquitectura nuevo aspecto y caractéres especiales y esencialmente distintos.

La primera de estas dos circunstancias es de evidente influencia en él número y en las disposiciones, proporciones y carácter de los pórticos. Cuando no bastára para comprenderlo así el simple buen sentido, lo demostraria la exposicion que hemos hecho al recorrer diversas épocas, climas y usos.

Grecia y Roma los empleaban con profusion, y casi siempre eran, más que recursos de ornato, objetos de utilidad y hasta de necesidad. Allí el pueblo se reunia en grandes muchedumbres, ya para escuchar la palabra de los magistrados, ya para asistir á las lecciones de los filósofos, ya para las transacciones comerciales, ó ya tambien para ejercitar los derechos de ciudadanos en la vida pública de aquellos pueblos, y hasta para los juegos, los ejercicios gimnásticos, los espectáculos de diversion popular, etc., etc.; de modo que en esas grandes reuniones habituales era de todo punto indispensable que existiesen las edificaciones abiertas que

abrigasen de la lluvia y protegiesen del sol, en donde el ardor de éste se hacia sentir con toda la intensidad propia de los países meridionales.

Mas véase, en cambio, qué parca se muestra en esta clase de construcciones la arquitectura civil de la Edad Media, nacida entre los hielos de las regiones septentrionales, bajo la influencia de los vientos frios de altas y nevadas cumbres, desarrollada en medio de una sociedad en que el pueblo no es nada, ni significa nada, ni aparece en nada, sociedad sin expansion, sin públicas manifestaciones, humillada por el vasallaje, oscurecida por la ignorancia y sumergida en las sombras de una profunda tristeza, de una eterna melancolía..... ¿Para qué los pórticos en donde el clima los rechaza, y las costumbres y el modo de sér de los pueblos los hacen innecesarios?.... Solamente se les encuentra en el castillo, en la iglesia y en el convento.

En Italia la restauracion del arte antiguo los hace nuevamente aparecer; y es muy natural que, á pesar del cambio de las costumbres y de las instituciones, sean obras de verdadera utilidad, porque así su clima lo requiere.

Las provincias del Mediodía de España los emplean tambien hoy, como los emplearon los árabes que en ellas tuvieron el asiento de su poder y alcanzaron el apogeo de su grandeza.

Ya en Francia son raros los pórticos como obras de utilidad, y se presentan más bien como medios de decoracion.

Inglaterra no los usa en general, porque el clima es opuesto á su objeto; y los ingleses, que no por ser una raza séria y de un espíritu esencialmente práctico, son ménos

amantes ni ménos conocedores del arte, tienen el buen sentido de no invertir en vanas é inútiles obras de ornato las grandes sumas que aprovechan con inteligencia en otras construciones grandiosas de utilidad incontestable.

La arquitectura moderna debe, pues, para ser racional y mostrarse ilustrada por los ejemplos de una larga experiencia, proscribir enteramente los pórticos en donde su utilidad no esté bien fundada, y adoptarlos, y hasta convertirlos en partes principales de un sistema general de construccion, en donde sean necesarios ó convenientes. En el primer caso ni áun de ornamento podrian servir, porque su sola existencia pugna con la razon, y el arte no puede aplaudir lo que la razon condena. En el segundo caso es preciso ser inteligente y no rutinario al proyectarlos, y jamás sacrificar á la idea exagerada de regularidad, las proporciones verdaderamente útiles, y las disposiciones impuestas por los preceptos científicos, y los de bien entendida economía.

Y aquí ocurre preguntar..... Si existe una arquitectura moderna, si hay algun estilo en nuestros dias, que no sea la continuacion del Renacimiento ó las reminiscencias de los anteriores, ¿procede así esa arquitectura? Nosotros, que entre ciertos límites defendemos el actual eclecticismo en arquitectura, no podemos dejar de ver con pena la frecuente inobservancia de los sanos preceptos del arte; porque aunque nos sintiéramos inclinados á admitir la existencia de un pórtico en donde para nada útil sirve, no podríamos ir hasta el extremo de no criticar severamente la igualdad que casi siempre se nota entre la anchura y el intercolumnio; no podríamos transigir con los pórticos bajos

que sostienen una construccion contínua y maciza; no podríamos citar como modelos los pórticos superpuestos de diferentes especies y del mismo material; no podríamos aplaudir el abuso de los entablamentos, tan impropios, tan poco sólidos, tan poco monumentales hoy, que no se emplean los grandes arquitrabes enterizos; no podríamos aconsejar el uso exagerado del hierro en el interior de los dinteles para fiar sólo á él la firmeza de que la obra carece; no podríamos admitir como casi exclusiva la forma del medio punto en los pórticos de arcada; no podríamos, finalmente, aceptar en la época moderna, la idea de que no hay arte, que no hay monumento, que no hay belleza, en donde no es la piedra el elemento dominante.

Ni podemos ni debemos, al hablar de los pórticos modernos, hacer historia, describiéndolos como hemos descrito los antiguos; lo que nos parece más útil para la enseñanza es reunir y presentar con toda claridad los principios esenciales de su disposicion, proporciones y decoracion; y así dirémos:

1.° Que los pórticos de la arquitectura moderna, para que sean verdaderamente útiles, deben siempre estar de tal modo proporcionados que resguarden eficazmente de la lluvia y del sol á las personas que hayan de contener. Así, si la construccion ha de ser abierta en todo su contorno (y es el caso de un gran tinglado que sirva de lonja, á veces necesaria en los puertos de mucho movimiento comercial), su anchura será un múltiplo del intereje de los apoyos, ménos un diámetro en la base si son columnas, ó ménos uno de los lados de la seccion si son piés derechos ó pilares; y entre las líneas

extremas de apoyos habrá tantas intermedias cuantas veces ménos una quepa el intereje en la anchura del edificio, la cual en ningun caso debe ser inferior á dos veces la altura de los arquitrabes ó de las claves de los arcos sobre el suelo.

Si el pórtico es abierto por uno de sus frentes y por los costados, y el fondo es un muro (que es el caso más frecuente en las fachadas de edificios, en las plazas, en los claustros, en los patios, etc.), la anchura, siendo siempre igual, lo ménos, á la altura de los arquitrabes ó de las claves, deberá ser un múltiplo del intereje ménos un diámetro, y segun la clase de cubierta que se adopte, será ó no dividida por líneas de apoyos intermedios.

Algunos autores creen que esta solucion no es general, porque en los casos en que la altura no sea un múltiplo del intereje, si la anchura es igual á la primera, los interejes de los órdenes laterales tendrian que ser diferentes de los de fachada, lo cual daria lugar á una irregularidad chocante. Esta observacion no es justa, en nuestro concepto, porque siempre será posible aumentar la anchura hasta que contenga un número exacto de veces el intereje (1); ó bien, si la anchura es un dato obligado é invariable, se podrá aprovechar la latitud que dejan las proporciones de los órdenes para establecer la relacion conveniente entre la altura y el intereje, sin alterar el carácter del edificio, y sin quebrantar los preceptos racionales y artísticos.

Si el pórtico sólo está abierto por su frente, y lo cierran muros en el fondo y lateralmente (que es un caso particular de los *porches* de que hablarémos luego), no hay una necesidad de que la anchura sea un múltiplo del intereje, y bastará hacerla igual ó superior á la altura. Como se vé, todas estas reglas se derivan del precepto de Vitruvio.

(1) Entiéndase que deben ser deducidos dos radios ó un diámetro en la base.

2.° Que, siendo hoy muy difícil, casi imposible, hacer entablamentos de piedra con arquitrabes enterizos, y siendo necesario construirlos como dinteles, con pequeñas dovelas, cuyo perfecto ajuste y mútuo enlace son raras veces obtenidos sin el auxilio de grapones, barras y tirantes interiores de hierro, se deberá en general dar la preferencia á los pórticos de arcadas. Además, los techos planos, si son aparejados como bóvedas adinteladas, presentan en mayor grado los inconvenientes de los dinteles, y como no se puede hoy aspirar á la posibilidad práctica del empleo de grandes vigas de piedra para formar cielos con casetones, y por otra parte los techos planos imitados sobre la madera con estucos y enlucidos son soluciones muy imperfectas y viciosas, lo natural, lo más discreto será cubrir con bóvedas los pórticos.

Podrémos, pues, concluir, que, á excepcion de casos raros y muy especiales, la arquitectura moderna deberá, como la del Renacimiento, preferir las bóvedas sobre arcadas á los techos planos sobre órdenes de entablamento. Desde luego los pórticos abovedados sobre órdenes de columnas y entablamentos deben ser proscritos.

La solucion adoptada por Bernini en los pórticos de San Pedro en Roma, es sin duda feliz; pero no debe ser considerada como una fórmula general de aplicacion siempre posible. Hay ciertamente casos en que los techos planos y áun

los entablamentos con ellos son susceptibles de bellísimas aplicaciones; pero en tales casos la arquitectura se vale de diversas clases de materiales, como la madera y el hierro; el primero de estos elementos es de poca vida y muy combustible; el segundo ha sido y es objeto de grandes aplicaciones, sobre las cuales algo dirémos antes de concluir esta leccion. De todos modos, es preciso evitar siempre que queden ocultos y cubiertos por masas de mortero.

3.° Que cualquiera que sea la disposicion de arcadas que se adopte, y la especie de bóvedas con que se haya de cubrir el pórtico, es indispensable dar á los apoyos la solidez necesaria para resistir al empuje, y sobre todo á los apoyos angulares, cuyas disposiciones pueden ser las de que hemos hablado en los pórticos del Renacimiento, ó la que citamos en las termas de Caracalla.

Pero lo que de ninguna manera podemos ni debemos aconsejar, es el uso de las arcadas sobre columnas aisladas, cuya debilidad reclame el empleo de tirantes de hierro, ya queden estos aparentes, ya ocultos dentro de los macizos. Y como los piés derechos son de aspecto poco elegante, y la justaposicion de ellos á las columnas empotradas tiene los defectos que señalamos al tratar de las arcadas romanas en la primera parte, nos sentimos inclinados á admitir y áun á aconsejar, la adopcion de pilares con pilastras semejantes á los de la Loggia dei Lanzi, ya descrita, ó los de seccion octogonal empleados en los primeros tiempos del Renacimiento en Italia, y alguna vez en la arquitectura latina, ó finalmente, los apoyos de las arcadas de Bramante.

En cuanto á la forma de los arcos, no vacilamos en indicar que en ciertas circunstancias podria convenir la adopcion del arco escarzano más que la del medio punto; así tal vez se salvarian algunas de las dificultades artísticas que suelen presentar los pórticos de arcadas.

4.° Que un pórtico jamás debe sostener una construccion maciza y contínua, ni debe descansar jamás directamente sobre el suelo al nivel del piso exterior (1). Cuando circunstancias especiales exijan el establecimiento de un pórtico, é impidan el de otros superiores en los diferentes pisos de un edificio, será preciso aligerar la construccion superior de un modo análogo al empleado por los Romanos en el Coliseo.

5.° Que cuando varios pórticos se hallen unos sobre otros formando diferentes pisos, se debe evitar que sean de especies diferentes, es decir, unos de arcadas y otros de entablamento, porque para la debida correspondencia vertical de los apoyos seria preciso acercar más de lo conveniente los de la arcada, ó separar más de lo prudente las columnas. Claro es que semejante combinacion es admisible cuando los pórticos son de materiales diferentes; si, por ejemplo, sobre una arcada descansase una línea de apoyos de hierro ó de madera, ó si, áun siendo estos últimos de piedra ó mampostería, las piezas del entablamento fuesen de madera ó hierro. Esto es frecuente en las construcciones modernas.

6.° Que las proporciones de las columnas de los pórticos superpuestos deben ser de tal manera arregladas, que nunca

(1) Al dictar preceptos se prescinde naturalmente de las *sujeciones* impuestas por razones ó circunstancias *especiales*. En este sentido, es decir, en *principio*, se debe entender la palabra *jamás*.

sea la base de una mayor que la seccion superior de la que la sustenta. Así lo practicaron siempre los Romanos, y así lo recomienda Vitruvio en el pasage de su obra que hemos copiado, asignando $\frac{1}{4}$ ménos de altura á las columnas superiores que á las inferiores. Pero es preciso además tener en cuenta que debe existir cierta gradacion en las proporciones y en el carácter de las columnas superpuestas, porque seria altamente impropio que una disposicion esbelta y ligera apareciese sosteniendo otra sólida y robusta.

Si la base del apoyo de un pórtico, en piso principal, no ha de exceder de la seccion más alta del apoyo en el pórtico bajo, y si, por otra parte, en toda columna hay siempre decrecimiento de diámetro de abajo á arriba, es claro que en el caso de un órden uniforme en los dos pisos la diferencia de alturas podria resultar demasiado pronunciada, y acaso opuesta á la diferencia de carácter y de importancia de los pisos. Y como lo mismo podríamos observar entre los pisos sucesivos, se presenta aquí una dificultad artística, que interesa enseñar á resolver, y que, si bien se hace menor, no desaparece siempre por completo cuando se adoptan columnas de órdenes diferentes.

El arquitecto puede en todas ocasiones vencer esa dificultad, si no ajusta las proporciones de los órdenes á una relacion estrecha é invariable, y si recuerda que cabe conservar el mismo carácter general y una suficiente uniformidad de tipo, entre límites que le dejan bastante latitud en el primer caso, y sobrada en el segundo. Además deberá recordar que la diferencia de diámetros superior é inferior admite muchos grados diversos, y en el caso presente, ya sean

pórticos de entablamento ó de arcada, es natural reducir esa diferencia al menor valor posible, porque la diferencia real y aparente entre las presiones en la parte superior y en la inferior de cada columna es bien pequeña. Por último, si á pesar de estos recursos, que son perfectamente legítimos, aún desease el arquitecto dar más elevacion al piso superior de la que ha podido alcanzar para las columnas, deberá imitar la disposicion romana, que hemos descrito, interponiendo un estilobato ó pedestal entre la base de las superiores y el coronamiento de las inferiores.

Más conveniente nos parece fijar así los preceptos que deben ser observados en las proporciones de los apoyos superpuestos que fijar relaciones numéricas, no siempre aplicables; sin embargo, para que se las conozca y considere, no más que como punto de partida, vamos á indicarlas.

Scamozzi aconseja que se tome como diámetro inferior de una columna el superior de la que está debajo.

Vitruvio ya hemos dicho que fija la disminucion de altura en $\frac{1}{4}$.

Durand, en sus *Lecciones de arquitectura,* dice que cuando los pisos son de igual altura, y un mismo órden, las columnas superiores deben ser $\frac{1}{6}$ ménos altas; cuando el piso superior es más alto, las columnas deben ser de la misma altura, pero de órdenes diferentes; y cuando es más bajo el piso superior, la disminucion de altura de las columnas debe ser de $\frac{1}{4}$ y los órdenes iguales.

Pórticos de hierro. Láminas 9 y 11, figs. 34.

Al hablar de las disposiciones de pórticos modernos, es imposible prescindir de la aplicacion, hoy muy frecuente, del hierro para esta clase de construcciones. No son cierta-

mente estos pórticos de un carácter monumental y grandioso como los de piedra; pero su utilidad es inmensa, y las propiedades de ese material se acomodan perfectamente á una gran diversidad de expresiones, y permiten la solucion de problemas de arte, que sin él no han podido ser satisfactoriamente resueltos. Las estaciones de ferro-carril, los grandes docks y almacenes de depósito, los mercados, las lonjas, las galerías y pasajes cubiertos en las ciudades populosas, los grandes establecimientos industriales, todas esas y otras edificaciones, que son verdaderos monumentos de nuestros tiempos, constituyen aplicaciones importantísimas, dignas de estudio para el arquitecto y para el ingeniero.

Los apoyos en este sistema de construccion son casi siempre columnas de hierro fundido, como las que describimos en la segunda leccion de la primera parte; sus caractéres distintivos, como allí dijimos, son: la esbeltez y el aparente atrevimiento, la gran separacion horizontal que su resistencia real permite establecer entre ellos, y finalmente, la facilidad con que se prestan á todas las combinaciones, ya los coronen entablamentos de hierro ó de madera, arcos de formas graciosas y sencillas ó lujosamente exornadas, ya los cubran techos planos formando azoteas, ó cubiertas con armaduras metálicas, ó finalmente, arcos formando en esqueleto bóvedas verdaderas.

Las anchuras de estos pórticos son, lo ménos, iguales á la altura de los apoyos; y sólo cuando han de ser múltiples se deben hacer los interejes en el sentido de su fondo iguales á los del frente, cuya dimension es ordinariamente mayor que la altura.

Los arquitrabes son generalmente de madera, ó mejor de hierro; están formados por vigas escuadreadas, y á veces molduradas en el primer caso, ó por planchas y brazos en aspa de palastro, constituyendo elegantes celosías. Los frisos y las cornisas, proporcionados con cierta independencia de las reglas ordinarias en las obras de piedra, son regularmente constituidos por las cabezas de las vigas transversales y los aleros de las cubiertas.

Pero ni en estas disposiciones verticales hay uniformidad de tipos, ni aún se ha fijado el gusto de la arquitectura moderna para que se pueda aspirar á señalar preceptos artísticos que correspondan al carácter de las nuevas construcciones.

Sin los inconvenientes que son propios de los pórticos de entablamento construidos de piedra, los de hierro se prestan con igual naturalidad á ese sistema que al de arcadas, en el cual la gran resistencia del material hace desaparecer todas las dificultades nacidas de la debilidad de los apoyos.

La mayor parte de los pórticos de hierro construidos hasta hoy, no abrazan más que un piso; y así, ni se acostumbra levantar sobre ellos construcciones macizas, ni establecerlos superpuestos. Pero se comprende perfectamente, no sólo la posibilidad, sino en muchos casos la conveniencia, de combinarlos verticalmente, ya formando sistemas mixtos sobre arcadas de piedra ó mampostería, ó sosteniendo pórticos de apoyos de madera, ó, finalmente, adoptando una disposicion uniforme y exclusiva de hierro (1).

(1) Nos parece oportuno citar aquí los elegantes pórticos de hierro de la Plaza de Toros de Madrid.

Lo que jamás se deberá olvidar es la racionalidad, la naturalidad en estas combinaciones, para evitar groseros y torpes contrastes. Esta observacion, que puede parecer innecesaria por demasiado evidente, es, sin embargo, desatendida con harta frecuencia; nosotros hemos visto obras proyectadas con esas aberraciones; pórticos ó corredores de pilares de madera sosteniendo un piso de mampostería, son evidentemente torpes é irracionales; y lo primero que se debe tener presente es que lo más fuerte, lo más robusto, lo más durable, sostenga lo más débil, lo más ligero, lo de ménos vida.

Tal vez, cuando las aplicaciones del hierro se generalicen más de lo que hoy están, el arte sacará mucho partido de las innegables ventajas de estos pórticos, y creará nuevos tipos de aspecto elegante, dignos de la sancion necesaria para ser admitidos en la esfera de las concepciones estéticas de la moderna arquitectura.

Trazado. Réstanos, para dar por terminada esta leccion, enseñar los medios prácticos de hacer el trazado gráfico de este primer ejemplo de composicion, que, como se vé, comprende las combinaciones de apoyos aislados entre sí ó con muros y con diferentes especies de techos. Para proceder con
L. 10, fig. 32 y L. 12, fig. 00. órden comenzarémos por el *plano* (combinacion horizontal), seguirémos por los *perfiles* (combinacion vertical), y concluirémos por el *alzado, fachada, vista exterior* ó *elevacion* (1);

(1) Todos estos términos son usados con más ó ménos propiedad. Más nos gustaria la palabra portada *(prima facies);* pero se la usa generalmente, aunque, á nuestro juicio, con impropiedad, para indicar los ingresos de grandes edificios: iglesias, palacios y otros monumentos.

y verémos cómo las líneas se derivan naturalmente y con suma sencillez de los principios que hemos establecido.

PLANO.

Los términos del problema son conocidos: el objeto del pórtico, su aislamiento ó su relacion con un edificio, y por consiguiente el carácter que debe tener, la clase de materiales que lo han de constituir, y sus formas y proporciones generales. Estos son otros tantos datos, que forman un verdadero programa: de él se deduce sin esfuerzo la clase, la forma y las proporciones de los elementos, que son aquí los apoyos, la parte esencial del sistema. Conocida y determinada la seccion recta de estos y su altura, así como la distancia horizontal que los debe separar, se conoce el *intereje,* es decir, la distançia entre los ejes de los apoyos; se adopta una escala para el dibujo, y se señala en el papel una línea, que representa el trazado de los piés de los ejes correspondientes á los apoyos exteriores; se divide esta línea en un número exacto de interejes, lo cual siempre será posible, porque la magnitud de estos no es, ni puede, ni debe ser absolutamente invariable (1).

Por cada uno de los puntos de division así obtenidos, se levanta una perpendicular ó se tira una normal á la línea antes trazada, y se limitan estas perpendiculares ó normales

(1) Recuérdese lo dicho en la teoría de los órdenes de arquitectura.

de diversos modos, segun las circunstancias de cada caso. Si el pórtico es sencillo, ese límite está dado por la altura de los apoyos; y si es doble ó triple ó múltiple de un órden cualquiera, se lleva cuantas veces sea preciso sobre aquellas perpendiculares la magnitud del intereje; y uniendo los puntos de division así obtenidos, es claro que quedará el espacio que el pórtico debe encerrar y cubrir dividido en figuras cuadrilaterales rectilíneas ó mixtilíneas, que constituyen una especie de red: tal es la primera operacion gráfica necesaria, la division en interejes, la base y el punto de partida para la delineacion del proyecto.

Lo que queda por hacer para completar el plano es bien sencillo: los vértices de la red, que son las intersecciones de los ejes, deben ser, segun los principios antes explicados, los centros de las proyecciones horizontales de los apoyos, cualesquiera que sean sus formas; su representacion es fácil: y si uno de los ejes extremos corresponde á un muro de fondo, y no á una columnata ó arcada abierta, los centros de sus vanos deberán guardar exacta correspondencia con los puntos medios de los intérvalos que separan los apoyos en las líneas paralelas al muro, de lo cual se infiere que los centros de los entrepaños juegan con las rectas perpendiculares ó normales que determinan las líneas transversales de dichos apoyos. Es bastante usado y propio empotrar en los muros pilastras en dichos puntos medios de los entrepaños.

L. 12, figuras 32. Como se comprende por la simple inspeccion de las figuras, estos trazados gráficos abrazan, en la generalidad que les hemos dado, todos los casos que pueden ocurrir; no son más que la expresion, en líneas, de los preceptos anteriores:

por eso tal vez muchos y respetables autores omiten estos detalles prácticos, que sin duda creen innecesarios; otros, al contrario, hacen de ellos la parte principal del estudio del arte; si nosotros hubiéramos de sujetarnos precisamente á uno de los dos sistemas, nos inclinaríamos seguramente al primero; pero teniendo presente que nuestras lecciones se dirigen á los alumnos á quienes por una deplorable fatalidad, apenas salidos de las clases, sin práctica, sin preparacion, sin el auxilio muchas veces de los consejos de otros compañeros, se confia la formacion de proyectos importantes y difíciles, no hemos vacilado en descender á ciertas pequeñeces de detalle, y enseñarles, digámoslo así, á coger el lápiz y representar en el papel las ideas.

PERFIL.

El perfil de la disposicion que estamos estudiando es á la composicion vertical lo que el plano es á la horizontal. Bien se comprende que á un mismo plano pueden corresponder perfiles diferentes; pero, así como de lo que hemos llamado el programa de la composicion hemos deducido, antes de dibujar el plano, sus elementos esenciales, que son las secciones y los interejes, así tambien, antes de dibujar el perfil, debemos tener discutidos, examinados y determinados sus elementos principales, que son las alturas, y la manera de cubrir. Estos son puntos sobre los cuales es necesario reflexionar, teniendo presentes los principios expuestos y las

circunstancias especiales de cada caso, y auxiliándose, si es preciso, con un ligero cróquis para fijar las ideas.

Aquí es donde se adoptan las soluciones del proyecto, algunas de las cuales ya vienen indicadas, ó, por lo ménos, iniciadas por el plano; se sabe si el pórtico es de sólo piso bajo, ó si hay varios superpuestos; se conoce las formas de los apoyos; se ha decidido, segun el carácter del edificio, la naturaleza de los materiales, si han de ser de entablamento ó de arcadas, si los han de cubrir techos planos, azoteas, bóvedas, etc., etc.; se ha estudiado la importancia relativa de cada piso, y determinado en consecuencia las proporciones en alturas, y las diferencias de seccion de los apoyos superpuestos, etc., etc.

Con todos estos datos la cuestion queda reducida á una sencillísma aplicacion de la geometría descriptiva; se supone un plano vertical, cuya traza es una cualquiera de las perpendiculares ó normales que trazamos en el plano, y haciéndole avanzar paralelamente á su primera posicion hasta salir de la figura, se le abate hasta que quede horizontal; por los procedimientos ordinarios de las proyecciones ortogonales se refieren á este abatimiento (1) los ejes de los apoyos, y se les limita á la altura calculada; se marcan las líneas de los contornos aparentes; se trazan las secciones de los entablamentos completos ó de los arquitrabes y estilobatos, ó las de los arcos, los cortes de los techos planos ó de las bóvedas, los apoyos superiores sobre los mismos ejes prolongados de los inferiores, etc., etc.

(1) Rebatimiento dicen algunos, abatimiento otros; nosotros creemos más propio lo segundo.

Como se vé, despues de establecer por medio del abatimiento la correspondencia de los ejes, lo demás es la representacion gráfica de cada elemento; y llámese éste columna, piè derecho, pilastra, arco, bóveda, techo, pavimento, etcétera, etc., no necesitamos hacer más que recordar todo lo que hemos dicho sobre ellos en la primera parte de estas lecciones; nada nuevo tenemos que decir. El perfil quedará, pues, así dibujado por completo, y en perfecta armonía con el plano que antes habíamos trazado, y ambos con arreglo á los principios establecidos.

Conviene, sin embargo, antes de continuar adelante, hacer aquí una advertencia importantísima. El arquitecto ó el ingeniero, cuando proyectan, no se sujetan precisamente á ese método ordenado y sucesivo que, *para enseñar*, estamos desarrollando; la práctica, el perfecto conocimiento de los principios generales, el estudio de las condiciones particulares, y á veces el instinto del arte, los llevan á representarse, á idear en conjunto la obra entera (1), y hacen de ella un cróquis que abarca todas las partes, todos los elementos, no perfectos, no acabados ciertamente; pero en el cual domina y va como impreso el pensamiento capital, y aún ciertos rasgos característicos que le animan y le dan un principio de *expresion*.

Despues, sobre esta base, sobre este anteproyecto, que podemos comparar al boceto del pintor, hace un exámen prolijo, pule, rectifica, altera aquellas partes que están acaso en desacuerdo con los preceptos de la construccion; á veces

(1) Es lo que hemos llamado *concepcion*.

las alteraciones, las correcciones son de tal importancia, que cambian la fisonomía del primer tipo; mas siempre procede mirando todas las partes á la vez, y no una á una separadamente, y estudiando más las relaciones de todos los elementos, que las condiciones aisladas de cada uno. Pero este modo de proceder no se enseña, no se puede explicar: si tratáramos de hacerlo, mediante una violenta abstraccion, arrastraríamos á los alumnos á un dédalo inextricable, en cuya complicacion nosotros mismos nos perderíamos en el desórden; y por querer atender á todo á la vez, no atenderíamos suficientemente á cada parte.

Es natural que para enseñar observemos una marcha sucesiva, y que nos detengamos en cada parte hasta conocerla por completo; así, sin duda, resulta frecuentemente que al formar el perfil se nos presentan condiciones que se avienen mal con algunas de las partes del plano; preciso es, pues, volver sobre éste para hacer las rectificaciones oportunas, á fin de que haya armonía, y no se podrá decir que el segundo es definitivo mientras el primero no esté ultimado; y ni uno ni otro se darán por concluidos en tanto que la parte de que ahora vamos á ocuparnos no lo esté tambien de una manera satisfactoria: es la elevacion ó alzado.

ALZADO.

La parte de la construccion que se muestra al exterior es en realidad el resultado natural de las dos partes precedentes; el plano y el perfil la determinan en efecto. El dibujo que la representa, segun esto, no podrá ofrecer dificultades, porque sabemos ya representar sistemas de entablamento, arcadas y todo lo que ha de constituirlo.

El problema gráfico pudiera considerarse resuelto bajo el punto de vista de la construccion propiamente dicha; y con los elementos dispuestos y proporcionados, el proyecto del pórtico, por medio del plano, del perfil y del alzado, quedaría así completo.

Pero bajo el aspecto artístico, no sólo no está la cuestion resuelta, sino que ni aún está planteada; y al llegar á este punto, volvemos á tener necesidad de distinguir la enseñanza de la práctica de la arquitectura. En efecto, sin necesidad de nuevos razonamientos, y sin que sea preciso hacer esfuerzos de imaginacion, con sólo apelar al buen sentido, se comprende la grande indeterminacion del problema de arte que nos ocupa, la inmensa variedad de soluciones que admite. Porque ¡cuántas fachadas diferentes, cuántas expresiones diversas, cuántos distintos caractéres puede revestir el aspecto exterior de un pórtico, de una obra, conservando inalterables las disposiciones *esenciales* de su plano y su perfil! Tan cierto es esto, tan evidente, que no insistiríamos sobre ello si escribiésemos sólo para personas que conocen el arte; pero nos parece oportuno esclarecer nuestra asercion con algunas observaciones aplicables al caso que estamos considerando: á los pórticos. Belleza.

Tomemos un ejemplo en la arquitectura antigua: el pórtico del Parthenon y el del templo de Pæstum: ambos son dóricos, ambos están análogamente dispuestos, ambos afec-

tan proporciones y formas semejantes; y sin embargo..... ¡cuánta diferencia en el aspecto de los dos monumentos griegos! ¡Cuánta superioridad en el primero, á pesar del mérito indisputable del segundo!

Fijemos nuestra atencion en el admirable pórtico que antes hemos descrito: la Loggia dei Lanzi. Su plano no puede ser más sencillo: la obra, bajo el punto de vista técnico, no presenta novedad alguna; mas bien, ya lo hemos dicho, se podria señalar en ella un defecto, que encontrar ideas ó combinaciones de construccion capaces de excitar admiracion y entusiasmo; los apoyos, las impostas, las arquivoltas de las arcadas, los pedestales, el entablamento, todo está bien proporcionado, y las formas son racionales. Conservemos esas mismas formas, iguales proporciones, pero despojemos la fachada de todo lo que hay en ella que no esté impuesto y determinado por lo esencial de la composicion. ¿Qué efecto producirá en nuestro ánimo? Seguramente nos parecerá una obra buena, pero una concepcion vulgar.

Levantemos ahora ese pórtico, que nos ha parecido vulgar, sobre la escalinata que lo sustenta; decoremos sus pedestales; hagamos de las impostas unas especies de capiteles tan bellos y ligeros como los esculpió el cincel de Orcagna; cubramos los tímpanos con ornamentos esculpidos; exornemos el friso y la cornisa; sustituyamos á los entrantes y salientes bruscos de las pilastras exteriores y laterales, en cada apoyo, un haz de columnitas agrupadas, que se dilatan contorneando las arcadas, y coronemos toda la obra por la preciosa balaustrada..... ¿Qué será lo que así se ostentará á nuestra vista? Una verdadera creacion del arte, que lleva

impreso el sello del génio..... ¿Hemos alterado el plano? No. ¿Y el perfil? No. Las formas y proporciones *esenciales* de la obra ¿han sido cambiadas? Tampoco. El efecto artístico de la obra ha sido, sin embargo, profunda y radicalmente transformado: ha pasado, como por encanto, de lo vulgar, de lo comun, á lo sublime, á lo bello.

Para convencernos de la inmensa diferencia que hay entre las reglas, los preceptos del arte enseñado, y las manifestaciones infinitas y variadas del mismo arte practicado, basta fijar la atencion en los dos aspectos bajo los cuales acabamos de considerar este monumento. Del primero se pueden deducir lecciones, más no del segundo; es más, hasta el defecto de construccion que en este pórtico hemos visto parece reclamado por la expresion artística que revela y acusa su grande importancia histórica y estética.

Se descubre en su aspecto exterior una alianza feliz é inspirada entre una arquitectura decadente, próxima á su ocaso, y otra arquitectura de opuesta índole, que comienza á renacer: el medio punto y la arcada con pilastras de la antigua Roma dominan y dan, digámoslo así, el tono á su aspecto general; pero en vez de la pesadumbre del pié derecho romano, en vez de la chocante mutilacion de las impostas atravesadas por las pilastras, en vez de las arquivoltas torpemente reducidas, ó sin apoyo natural en los arranques, ó tan recargadas de molduras bruscamente perfiladas que contrastan con la ligereza propia del arco..... ¿qué es lo que aquí se contempla? Un haz de columnitas que recuerda el pilar ojival, una ligera reminiscencia del capitel corintio, que no detiene los apoyos, sino que, como si estos

fueran nervios, les deja paso y les permite dilatarse alrededor de los arcos con esa soltura, esa osadía y esa flexibilidad características del arte en el siglo xv.

Si despues la vista se detiene encima de la arcada á contemplar la construccion superior, encuentra en lo esencial la composicion del entablamento romano; como en éste, hay un friso y una cornisa, y sus proporciones parecen respetar las prácticas de la antigüedad; pero es indudable que hay un gusto ojival muy marcado en el coronamiento con su balaustrada, no, sin embargo, tan acentuado que oculte ni desfigure siquiera el carácter romano de la obra. Se diria que, á través del primero, se descubre el segundo, como temeroso aún de darse á conocer con toda franqueza, hasta que los aplausos que con su tímida aparicion provoca y el entusiasmo que excita en Italia, le aseguran el triunfo que señala en el siglo xvi la transformacion llamada el Renacimiento.

Orcagna en este pórtico, como Brunnelleschi en Santa María dei Fiori, pudieron y supieron imprimir en sus creaciones esos conceptos artísticos, como otros grandes maestros por modos diversos lo han hecho tambien en sus bellas producciones, como todos los arquitectos, en la órbita de sus facultades, lo hacen siempre que proyectan; pero ni Orcagna, ni Brunnelleschi, ni Miguel Angel, ni Bramante, ni Palladio, ni artista alguno, han podido ni han sabido explicar y enseñar, en reglas y preceptos, los métodos que ellos mismos siguieron para llegar á sus admirables soluciones de esta parte del problema. Vano empeño es el de algunos autores, que pretenden guiar ó dirigir en estas cues-

tiones con teorías más ó ménos racionales, y con eruditas disertaciones, más propias en nuestro concepto para arrojar confusion en el espíritu, que para ilustrarle, ni siquiera para prepararle con generalidades muy deficientes y muy vagas.

Sin duda los órdenes y los estilos de arquitectura conocidos constituyen una base utilísima para alcanzar el objeto que nos proponemos; pero no basta su perfeto conocimiento; á él es preciso añadir muchas más circunstancias, que es imposible enumerar, porque se debe siempre recordar que los órdenes y los estilos admiten mil diferentes manifestaciones, no fijan de un modo absoluto la expresion artística, y no constituyen por sí solos un carácter completo y acabado de aspecto definido. Hemos dicho antes que para proyectar es indispensable conocer de una manera perfecta el destino de la obra, las necesidades y conveniencias generales y particulares que debe satisfacer; pero de ese mismo destino, de esas mismas conveniencias y necesidades pueden nacer, y con ellas puede el arte armonizar, tantas y tan diversas expresiones susceptibles de dar al conjunto aspectos tan diferentes, que seria insensato pretender fijar las ideas, ni aún admitiendo cierta generalidad en las conclusiones.

El destino puede ser el mismo, las necesidades y las conveniencias iguales, análogas las proporciones, semejante la ornamentacion, y hasta los caractéres tambien; y, sin embargo, dos arquitectos, dentro de esa igualdad de condiciones, proyectarán siempre dos obras, cuyas expresiones serán esencialmente distintas; una de las creaciones podrá ser admirable, y la otra, artísticamente considerada, será acaso abominable. Un rasgo, al parecer pequeño, produce

muchas veces una completa metamórfosis; con él hay tal vez vida, gracia, elegancia ó dignidad, compostura, etc., etc.; y sin él todo el efecto se pierde, y la obra acaso se vuelve fria, pobre, trivial.

Hasta el gusto de la época, el estado de cultura de los pueblos, el grado de adelanto de las otras artes, de la escultura y de la pintura sobre todo, contribuyen poderosamente al efecto de la obra; porque los dibujos podrán á veces ser muy bellos, de ornamentacion primorosa y delicada, y la obra, bajo las manos inhábiles de un escultor de cincel poco diestro, no corresponderá á la creacion del arquitecto.

Hemos dicho repetidas veces, y conviene que en ello insistamos, que el arte no se ocupa de la solidez que estudia y considera la ciencia; una fachada que deba representar la idea de la fuerza ó de la robustez, aliada á las de severidad y austeridad, será por un arquitecto proyectada de modo que admire, mientras que otro producirá tal vez una obra de aspecto pesado, sombrío, triste, oscuro; otra fachada, que debe ostentar elegancia y esbeltez, podrá ser en algunas ocasiones de tal manera diseñada, que su temeridad, su arrojo, antes asusten y sobrecojan que recreen y deleiten el ánimo; otra, en fin, en que hayan de campear las galas de la riqueza, el lujo y la magnificencia, si es mal interpretada por un artista de poca inspiracion, no será otra cosa que un confuso y desquiciado hacinamiento de caprichosos ornamentos, una profusion desconcertada de fantásticas aberraciones, un conjunto, que en vez de asombrar por su grandeza y esplendor, seguramente repugnará por el desórden de su poco atinada disposicion.

Si, pues, esta importantísima parte de la arquitectura está, como dejamos demostrado, fuera del alcance de las explicaciones del profesor, natural parece preguntar..... ¿cómo se adquiere este arte, que no se enseña?.... Y aquí es oportuno hacer otra distincion necesaria, en nuestro concepto, para disipar un error, que, no por ser muy general, es ménos evidente.

El estudio de las ciencias físico-matemáticas, el profundo conocimiento de la historia general y de la particular del arte, la aficion, el buen gusto desarrollado y cultivado por los viajes, por el exámen de modelos escogidos, de monumentos antiguos y modernos, el espíritu de investigacion, etc., etc., ¿serán, por ventura, y á falta de reglas y preceptos, los medios de alcanzar aquella facultad?..... No; el que con tales medios llega á distinguir y conocer y apreciar los grados que admite en su expresion arquitectónica la belleza, será un crítico excelente; verá el ideal, lo conocerá, lo sentirá tal vez; pero si carece de un don natural, de una intuicion especial, no le será dado realizarlo..... Que se le ponga el lápiz en la mano, y ni una línea marcará sobre el papel la impresion tras de la cual sigue en sus concepciones el arquitecto.

A nadie puede extrañar que en arquitectura suceda lo que en la pintura, en la escultura, en la misma poesía..... Se aprende la rima, el metro, el acento, etc.....; se llega á saber hacer versos correctos, doctamente limados.....; pero ¡cuánta distancia media desde esto á ser poeta!.... No podemos extendernos más; y aún debemos decir que, al elevarnos á las altas cuestiones de estética que acabamos no más que de indicar, no ha sido nuestro objeto llevar el desalien-

to al ánimo de los jóvenes alumnos; hemos querido y hemos debido señalar, desde el primer paso que damos en la composicion, algunos de los principales aspectos bajo los cuales es necesario estudiarla; hemos marchado sin dificultades, guiados por la razon sola; y cuando parecia que tocábamos al fin de nuestra laboriosa síntesis, se abre á nuestros ojos un horizonte dilatado, inmenso, sin límites, y á su presencia nos hemos detenido: es el ideal del arte; para alcanzarle, para penetrar en él, ni la voluntad es la que impulsa, ni la razon la que guia, ni la perseverancia la que sostiene: es el sentimiento individual el que nos arrastra; si le llevamos en nuestra alma, tocarémos las culminaciones de la belleza, sin explicarnos racionalmente el itinerario que á ella nos conduce.

Pero los que, no dotados de ese privilegio, no podamos aspirar á tanto, esforcémonos por contener y moderar nuestros deseos, procurémos poner un punto á nuestro empeño, por más noble y levantado que sea, y no pretendamos volar con las alas de Icaro, porque derretidas al calor del exámen y de la crítica, nos precipitaríamos seguramente en el abismo del ridículo. Nuestra mision, como arquitectos, no será por eso ménos útil: sabrémos hacer y harémos bien todo lo que conduzca á la satisfaccion de las necesidades y al bienestar de los hombres, en lo que se refiere á nuestro difícil y honroso arte, y el recuerdo de las leccciontes aprendidas, y el gusto educado é ilustrado con buenos ejemplos, nos preservará de faltas groseras, y de chocantes dislates y extravagancias artísticas.

LECCION XII.

PORCHES Ó PORTALES.

Entre las varias especies de pórticos que hemos explicado hay una que, ligeramente transformada, va á conducirnos á dar una idea de esta parte de los edificios, que viene á ser como el medio natural de transicion entre el exterior y el interior de estos. Definicion.

Si en un templo prostilo griego, por ejemplo, se considera cerrado lateralmente por muros el pórtico de su frente, queda éste convertido en un porche ó portal, que, como se vé, no es otra cosa que un caso particular de la primera disposicion. L. 11, figura 35 A.

Si en una edificacion cualquiera se hace preceder la fa-

chada de un cuerpo adherido á ella, de construccion abierta, y que abrace todo el frente ó sólo su parte central, toda la altura, ó sólo uno ó más pisos, ese cuerpo es un porche ó portal (1).

Si en vez de ser adherido, está embebido en la masa de la obra, y la atraviesa, *con libre acceso,* desde la fachada á un espacio interior, como un patio, por ejemplo, es igualmente un porche ó portal.

Si entre dos grandes patios, ó entre dos plazas separadas por un cuerpo de edificio transversal, se practica á través de éste un paso abierto á la circulacion pública, y que sirva de enlace entre aquellos, se tendrá un porche ó portal.

Y, en fin, se llaman tambien porches ó portales, é impropiamente por algunos *portadas,* los grandes capialzados que se abren ensanchándose hácia el exterior, y en cuyo fondo se halla la puerta principal de la mayor parte de las catedrales de la Edad Media.

De propósito hemos querido ser algo prolijos y minuciosos en definir esta parte de los edificios, porque es muy frecuente ver involucrados los nombres en muchos, y áun en buenos libros de arquitectura, y dar el nombre de peristilos á los porches, y á veces llamarlos vestíbulos, corredores, anditos, etc., etc.

Disposicion. En la mayor parte de los casos que hemos enumerado, pueden ser los porches de apoyos aislados con entablamento, ó de arcadas, descubiertos, cubiertos con techos planos ó

(1) Admitimos la denominacton de *pórtico* como voz que denota el *género;* pero si querémos significar la *especie,* decimos *porche,* esto es, un caso particular del *pórtico.*

con bóvedas, de anchura y fondo variables, desde un intereje hasta los que reclamen las condiciones del edificio de que forma parte; y por último, pueden ser grandes aberturas de una sola arcada, sin ninguna clase de apoyos aislados. Las figuras indicadas al márgen suplen todo lo que, detallando, podríamos aquí añadir; por cuya razon nos limitarémos á hacer algunas indicaciones importantes.

L. 4, figura 10 *A*; lámina 5, figura 12 *A*; lámina 11, fig. 35 *A* y láminas 13, 14 y 15.

1.° Cuando son adheridos á la fachada, no siendo sino variedades de los pórticos, están en general sujetos á los mismos preceptos de composicion que para los últimos hemos explicado.

2.° Cuando están embebidos en la masa edificada, sus proporciones en el fondo constituyen un dato, casi siempre impuesto por las generales del edificio. Lo mismo se puede decir de la altura; pero la anchura abrazará uno, dos, tres ó más interejes, segun lo requiera la afluencia de personas que haya de contener ó á que deba dar paso. De todos modos, conviene procurar que dicha anchura sea un múltiplo del intereje para no crear dificultades ni irregularidades de muy mal efecto.

3.° Determinadas las formas y proporciones más convenientes y más propias del objeto y de la naturaleza del porche, la cuestion del aspecto se presta, como en los pórticos, á una infinita variedad de soluciones. Las maneras de decoracion conocidas, ó las que el artista de buen gusto pueda idear para dar expresion á la obra, son asuntos que consideramos fuera de los límites de la enseñanza, como ya hemos manifestado. Presentamos ejemplos reputados como buenos modelos, y no podemos hacer más. Lo mismo hemos

hecho en la primera parte, al tratar de los elementos; pero ni áun nos atrevemos á señalar las combinaciones artísticas que con ellos pudiéramos intentar.

Carácter. Llamarémos, no obstante, la atencion sobre el carácter que esta parte de los edificios debe tener. Formando una porcion de las fachadas cuando son adheridos, deberán ser sus ornamentos como los de estas, fuertes, acentuados, de efecto, y no expuestos á las degradaciones de la intemperie; pero si están en el espesor de la construccion, dentro de ella, digámoslo así, ya no son partes de fachada, y es conveniente acomodarse á un término medio entre las formas algo toscas de lo exterior, y la delicadeza y primor de los ornamentos interiores.

Porches de la Edad Media. Láminas 14 y 15, figuras 41 y 42. 4.° Los portales de las catedrales de la Edad Media son de una importancia muy grande para que nos detengamos algo en describirlos. Los hemos comparado á unos capialzados en sus formas generales; pero esta comparacion no debe ser entendida como rigorosamente exacta. Los derrames, que en vez de planos verticales contínuos, forman una sucesion de resaltos ó redientes que abren hácia fuera, abrazan no sólo el espesor del muro de fachada en donde la puerta está practicada, sino tambien los salientes de grandes contrafuertes que limitan el vano á derecha é izquierda.

Descansando sobre los resaltos de dichos derrames, y jugando con ellos, sin mediacion de impostas generalmente, forman el intradós de esta disposicion arcos concéntricos escalonados en redientes; de tal manera que, si considerá-ramos la superficie cónica ó conóide ideal que contiene las aristas vivas de esos arcos, y los planos, tambien ideales,

que contienen las verticales salientes de los derrames, es evidente que tendríamos un gran capialzado. Tal es la idea más general y precisa que podemos dar de estos *porches* ó *portales*, llamados por muchos *ingresos*, y aún *portadas*.

La arquitectura de la Edad Media siguió en la composicion, mejor dicho, en la estructura ó aparejo de estas partes, la misma gradacion de sus diferentes estilos. El arco de medio punto primero, despues la forma ojival más ó ménos aguda, y finalmente, la de inflexion del último período.

Muchas variedades se presentan en la exornacion de estos ingresos: en unos están los entrantes ocupados por columnas que se dilatan superiormente formando un juego de arquivoltas molduradas; en otras estas columnas y arquivoltas están sustituidas por figuras de santos; en otras son imaginerías del gusto de la época, y en otras, finalmente, están revestidas de primorosos calados, cuyo detalle asombra, y que parecen encajes de riquísimo bordado.

La anchura ó abertura de estos vanos en muchos casos iguala á la de la nave respectiva de la iglesia, y su dimension en sentido perpendicular á la fachada alcanza á veces una magnitud considerable.

Los ejemplos de las figuras indicadas al márgen pueden servir para completar lo que la ligera explicacion precedente haya dejado poco definido ó incompleto.

En algunos casos el ingreso de la iglesia, así dispuesto, está precedido de una construccion abierta enlazada con él de un modo conveniente; y entonces se podrá preguntar cuál es el verdadero porche: si el vano mismo, ó el cuerpo que le precede. La verdad es que hay alguna violencia en

aplicar el nombre de *porche* ó *portal* á los *ingresos* descritos; pero el de *ingreso* tampoco satisface enteramente por demasiado general, y está admitida, aunque no sea muy propia, la denominacion de *portada*.

Los detalles gráficos del trazado están indicados en la lámina 16, figuras 44.

VESTÍBULOS.

Definicion. Formando siempre una parte esencial de todo edificio, pero constituyendo á la vez el punto de paso necesario del exterior al interior, hay una disposicion que se conoce con el nombre de *vestíbulo*. Su objeto es igual ó análogo al de los portales; pero una circunstancia los distingue y diferencia de una manera bien clara: el primero es cerrado por puertas, verjas ó cualquier otro medio aplicado en los vanos, más ó ménos grandes, de las paredes que lo limitan; los segundos siempre son abiertos, de libre acceso. Así es que en algunos casos existe un porche por donde se pasa para llegar al vestíbulo que le sigue. El porche puede ser como una adicion ó cuerpo adherido al edificio, y es lo que se llama construccion abierta; el vestíbulo es una verdadera habitacion, pieza ó sala del edificio; aquel no está ni puede estar aislado de las influencias ó comunicaciones exteriores; éste puede, por el contrario, ser un sitio abrigado y hasta convenientemente caldeado en el invierno. Un edificio puede, segun su naturaleza y destino, carecer de porche; pero es muy

raro el que no tiene vestíbulo; y esta parte es y ha sido siempre tan esencial, que en las casas de los Griegos y Romanos, tales como Vitruvio las describe, jamás faltaban el *prostas* y el *vestibulum*.

Conocido su objeto, de él se derivan naturalmente las condiciones principales que deben regir en la composicion. Disposicion. Su capacidad, las formas y las proporciones en sentido horizontal varian segun la clase de edificio á que corresponde, porque es claro que en un teatro, en un liceo, en una estacion de ferro-carril, por ejemplo, han de tener mucha más amplitud que en un edificio de habitacion particular, cuyo destino excluye la idea de grande afluencia de personas. Así, desde una sencilla habitacion de forma rectangular ó cuadrada, de un intereje, limitada por muros, con las puertas necesarias, hasta un espacioso salon, ya cuadrilongo, circular, ovalado, poligonal, etc., con columnatas ó arcadas que lo dividan en porciones distintas, se comprende cuántas variedades y cuántos grados cabe admitir y acomodar á cada caso que en la práctica se presente.

Lo primero que se debe tener presente, al proyectar un vestíbulo, es que la disposicion de los vanos que se han de practicar en los muros que limitan su plano sea tal, que así la entrada en él, como los pasos ó comunicaciones á las demás partes del edificio, sean fáciles, cómodos y distribuidos y proporcionados con naturalidad, sin violencia, sin dar lugar á que las personas se detengan para orientarse y comprender la direccion que deben seguir al penetrar en la habitacion.

Esto es siempre fácil: la posicion de la puerta ó puertas

principales de ingreso, en general, está perfectamente indicada y determinada para todo arquitecto que no se empeñe torpemente en enmarañar y complicar lo que de suyo es sencillo; sus formas y proporciones deberán ser determinadas, recordando lo que hemos dicho en la leccion VI de la primera parte, aunque con toda la latitud razonable que los preceptos enseñados dejan al artista. Respecto de las demás puertas, ó mejor dicho, vanos ó aberturas, que conducen á las otras partes del edificio, parece que la solucion debia ser igualmente sencilla: órden, claridad, naturalidad en su distribucion, y racionalidad y armonía en sus formas y proporciones: hé aquí las condiciones que deben satisfacer, y apenas se concibe que la cuestion ofrezca sérias dificultades; pero, en verdad, es tan frecuente ver en las casas modernas las más desordenadas, confusas y violentas disposiciones, así como las más torpes y groseras faltas de armonía, que esto nos mueve á decir algo para prevenir y poner en guardia contra esos yerros.

Ante todo, puesto que colocada una persona en un vestíbulo, debe de estar en aptitud de dirigirse sin vacilacion, ya á lo principal, ya á lo accesorio del edificio, es preciso que las aberturas que á su vista se presenten estén sujetas á una gradacion que acuse ostensiblemente su destino. Es además necesario que ninguna de ellas esté escondida, ó de tal manera colocada, que las personas á quienes ha de dar paso tengan que dar vueltas ó retroceder para franquearla.

Cuando no hay más que el piso bajo, y el edificio es de un sólo cuerpo en su fondo, las comunicaciones deben corresponderse en mitad de dicho fondo; y si este es de gran

dimension, podrán ser distribuidas simétricamente respecto del eje longitudinal de la edificacion; pero evitando siempre, L. 16, fig. 45. en este último caso, que estén demasiado próximos los vanos á los muros de fachada de frente y espalda; las de fachada, situadas en justa correspondencia, estarán entonces en ejes perpendiculares á la longitud del edificio. Si estas puertas últimas fuesen arcadas ó intercolumnios abiertos, se vé fácilmente que el vestíbulo se convertirá en un portal ó porche.

Si, habiendo sólo un piso (el bajo), el edificio fuese de doble fondo, ó triple (1), el vestíbulo tendrá, en general, mayor anchura que longitud, y además de los dos vanos laterales y el de entrada que dá al exterior, tendrá otro en el mismo eje que el último, y que dará paso, ya á una gale- L. 16, fig. 36. ría ó *peristilo* (2) interior, ya á habitaciones ú otras partes del edificio; pero en el caso raro en que la longitud del vestíbulo abrace todo el fondo, se dispondrán los vanos como L. 16, fig. 47. en los de un sólo cuerpo en el fondo, teniendo el cuidado de sustituir al muro ó muros de traviesa que lo dividen, una ó las necesarias arcadas ó intercolumnios con sus apoyos respectivos.

Si el edificio tiene más de un piso, que es el caso más frecuente, es preciso tener en cuenta que la más importante de todas las comunicaciones del vestíbulo es la que conduce á la escalera; y aunque nada hayamos aún dicho acerca de

---

(1) Se recordará que así hemos llamado los cuerpos que, además de la fachada, tienen uno ó más muros de traviesa paralelos á aquellos.

(2) Este nombre que algunos quieren aplicar exclusivamente á pórticos exteriores, es tambien muy propio para indicar los interiores, claustros, galerías, corredores, etc.

esta parte, como nadie ignora lo que son las escaleras y para qué sirven, podemos desde luego referirnos á ella, sin abordar las cuestiones, á veces árduas, que más adelante tratarémos con todo detalle, y que nacen de su disposicion.

Si consideramos el caso de simple fondo, es claro que, en general, no habrá suficiente espacio para el plano del vestíbulo y el de la escalera, si sus ejes corresponden en direccion perpendicular á la longitud del edificio, y en prolongacion uno de otro, á ménos que las proporciones del primero se reduzcan de un modo irracionalmente exagerado. La solucion que entonces cabe es una de las dos siguientes, muy admitidas y susceptibles de toda la elegancia que se quiera: 1.ª, se sitúa la escalera á uno ú otro lado del vestíbulo, dando paso á ella los vanos laterales, cuyos centros se corresponden en el eje longitudinal del edificio, y en este caso se dispone otra abertura del otro lado, que juegue con el de entrada á la escalera, y que dé paso á los salones de recepcion unas veces, y á dependencias de ménos importancia otras; 2.ª, ó bien se sitúan escaleras á uno y otro lado, que van á terminar al piso superior, una enfrente de la otra.

Si el fondo es doble ó triple, no se presentará en general la dificultad de falta de espacio y la disposicion que en ese caso parece más propia, es la de establecer el plano de la escalera á continuacion del vestíbulo en sentido perpendicular á la fachada; pero en muchos casos podria ser preferible el medio anterior cuando haya interés en no interrumpir la continuidad de las salas longitudinales.

De todos modos, y cualquiera que sea la disposicion adoptada, debemos advertir que los vanos de todos los vestíbulos

han de estar en relacion con su destino; así, los que comunican con el exterior deben ser de proporciones arregladas al carácter de la fachada del edificio, y pueden ser cerrados por puertas ó por verjas, adoptándose este último medio generalmente cuando les preceda un porche ó portal; los que dan paso á las escaleras rara vez ó nunca se cierran por puertas, y en la mayor parte de los casos son grandes arcadas ó intercoluminos abiertos ó cerrados con vidrieras; estas disposiciones son muy elegantes, sobre todo si se las realza con una escalinata de tres ó cuatro peldaños y meseta, tomados á expensas del plano del vestíbulo y del perfil de la escalera; finalmente, los vanos que dan acceso á salones ó dependencias, deberán tener proporciones que jueguen con los simétricos, para evitar una chocante desigualdad de muy mal efecto.

Las dimensiones del techo que cubre un vestíbulo, pueden ser tales que no basten para sostenerlo los muros que lo limitan; entonces es preciso acudir á los apoyos aislados, cuyas bases van indicadas en las figuras y que pueden ser distribuidos y combinados de varias maneras distintas. L. 17, figuras 48, 49, 50 y 51.

Con todos estos datos se puede trazar el plano y pasar al estudio del perfil ó de la composicion vertical, que es bien fácil, como vamos á explicar. Puede la altura del vestíbulo no abrazar más que un piso ó comprender varios. En el primer caso, como se trata de una parte de edificio, parece que la relacion entre los interejes y la altura antes deberá armonizarse con el carácter general de la construccion y las proporciones del conjunto que con las condiciones particulares del vestíbulo; pero como siempre hay latitud bastante

para hacer ciertas alteraciones sin destruir aquel carácter y aquellas proporciones, se puede aconsejar como convenientes las relaciones que más adelante indicarémos para las otras salas entre su longitud, anchura y altura, sin que por esto se entienda que dichas relaciones tienen nada de absoluto, y que no haya muchos casos en que convenga alterarlas.

L. 17, fig. 52. En el segundo caso, más propio de palacios y teatros que de edificios de otra clase, es indispensable que la separacion de los pisos que abraza esté perfectamente marcada, y que la altura no sea tan grande que le dé el lóbrego aspecto de un patio oscuro y húmedo, cuando está por todas partes rodeado de cuerpos de edificio como suele suceder. Para evitar en parte este defecto y dar más amplitud y grandeza al vestíbulo, se puede rodearle de galerías á la altura de los diferentes pisos con balcones y balaustradas, que son de muy buen efecto.

Los techos destinados á cubrir los vestíbulos pueden ser planos formando cielos rasos ó abovedados. En las casas particulares, áun las de cierta importancia, en donde los cielos rasos no son bóvedas de piedra adinteladas, sino techos de madera ó hierro revestidos de yeso inferiormente, se prefiere casi siempre la forma plana, porque para hacerla curva seria preciso fingir ó simular bóvedas con todos los defectos y vicios propios de este sistema, y que hemos señalado en la primera parte.

Habria, sin duda, impropiedad grande en disponer cielos rasos de grande extension, siquiera sean figurados, sin establecer apoyos intermedios, y es lo que generalmente se

practica. Pero en los edificios de carácter monumental, en que la piedra constituye el material dominante, parece más propio cubrir los vestíbulos con bóvedas, cuyas formas puedan variar en extremo, y que pueden ser simples ó compuestas ó combinadas de diversas maneras; no sólo por que, como dicen algunos autores, las formas monumentales cuadran mejor á las partes de los edificios más próximas al exterior, sino, además, porque ellas permiten en los grandes vestíbulos ganar con la elevacion de su montea la altura que, con los cielos, siempre parece pequeña. Y si bien es verdad que el recurso antes indicado de los apoyos aislados, salva este defecto de apariencia, obsérvese que así se crean dos males á cual más grave: primero, la disminucion real del espacio libre en el vestíbulo para la circulacion; y segundo, el aumento de gasto, unas veces requerido por las condiciones de solidez, otras (las más) para cubrir y ocultar defectos artísticos.

Cuando los vestíbulos abrazan varios pisos, y no reciben luces directas lateralmente, se ha acostumbrado cubrirlos con techos de cristal sobre ligeras y elegantes armaduras de hierro; y así se forma una combinacion que, dando luz vertical, es susceptible de muy bellas expresiones.

Parece natural que para completar los datos necesarios á la formacion del perfil, debiéramos aquí detenernos en la combinacion de bóvedas, é indicar los principios y reglas que debe el arquitecto tener presente para ella; pero los vestíbulos están para esto en las mismas condiciones que las salas, de que no son más que un caso particular, y despues de cuya descripcion, harémos las indicaciones necesarias sobre combinaciones de bóvedas.

Carácter. La decoracion de los vestíbulos nace de su misma composicion y de las proporciones ya estudiadas; está sobre todo en el carácter que les imprimen los elementos que entran á constituirlos; y dicho carácter debe ser análogo al de los porches, puesto que análogos son tambien sus destinos. Las formas de los vanos, que pueden variar, como se sabe, desde la rectangular sencilla con telares, hasta las de arco más ó ménos peraltado, con jambas molduradas, cuyo grado de riqueza y exornacion puede ser muy variable, constituyen uno de los principales motivos de decoracion.

Los entrepaños pueden ser robustecidos y hermoseados á la vez por pilastras ó columnas empotradas, que en general corresponderán á las cabezas de los muros que la existencia del vestíbulo interrumpe, y que hagan juego con los apoyos intermedios, ó bien, cuando su anchura no es muy grande, divididos en recuadros de formas sencillas con junquillos ó baquetones.

Los zócalos ó cenefas, y los cordones de union con el techo, no deberán tener otro carácter ni otra importancia que los de un rodapié, y una imposta ligeramente moldurados, porque un pedestal y un entablamento completos no tendrian aquí razon de ser.

Finalmente, los techos, ya sean planos, ya abovedados, podrán ostentar fuertes nervios y casetones pronunciados; pero ni cuadran á los primeros los perfiles complicados ni á los segundos la riqueza y el detalle escultural de los artesonados de un salon de fiestas ó de los apartamientos interiores del edificio.

Si á todo esto se une un arranque de escalera bien dispuesto y la hermosa vista de los intercolumnios ó arcadas que anuncian su nacimiento sobre una escalinata, ó si el vestíbulo abraza varios pisos, el buen efecto de las balaustradas y balcones que los rodean y dominan, se comprenderá que todo empeño en añadir, rebuscando, nuevos motivos de adornos, sobre ser innecesario, sólo podria, en este caso, conducir á minuciosos trabajos de talla ó relieves inconsistentes de yeso, que son, por lo ménos, inoportunos en la entrada de un edificio; porque si es natural no decorarla tan grosomodo como una fachada, seria ridículo y torpe destacar en ella, como frecuentemente se vé, las graciosas, delicadas y risueñas fantasías de las menudas y prolijas labores platerescas (1).

SALAS.

Nosotros darémos el nombre de sala á toda parte de edificio limitada por muros con los vanos necesarios para darle luz y aire, y para facilitar el acceso á ella cuando las puertas se abran ó incomunicarlas cuando se cierren. Definicion.

De manera que todos los apartamientos que hay en cada cuerpo de un edificio, exceptuando las escaleras, los pórticos ó claustros interiores y los portales (2), son verdaderamente

(1) Plateresco es el nombre que en España se dió al estilo del Renacimiento.

(2) No citamos aquí esas piezas pequeñas, oscuras y angostas vulgarmente llamadas *pasillos* y *pasadizos*, porque ya dirémos, al

salas, aceptando la voz consagrada por el uso, aunque no muy justificada para quien ame la pureza del lenguaje.

Salas son, pues, los vestíbulos; salas son los recintos de reunion y recepcion, los de juego, los comedores (1), los dormitorios, etc., etc.; salas son los estrados de un palacio, de una audiencia, las bibliotecas, los gabinetes de lectura, etc.; salas son los departamentos consagrados á enfermos en un hospital, ó á la habitacion de la tropa en un cuartel, ó á las cátedras en un colegio, escuela ó universidad (aulas), ó á las sesiones y conferencias en un parlamento, instituto, ateneo, etc.; salas son las *cellas* de los templos paganos, como las naves de las basílicas romanas y cristianas y de las catedrales; salas son, finalmente, los largos espacios destinados á exposicion de pinturas, esculturas, etc., en un museo, ó de toda clase de objetos en un gran certámen, ó los que facilitan la comunicacion entre varias dependencias de un cuerpo y entre varios cuerpos de un edificio (2).

Las formas y las proporciones pueden variar y varian mucho en efecto; las disposiciones horizontal y vertical son diversas, segun las circunstancias; y en cuanto á la decoracion, es verdaderamente imposible asignar un límite á las infinitas expresiones de que es susceptible.

---

tratar de las casas particulares, cuán inconvenientes son, y cómo pueden ser ventajosamente sustituidas por otras partes de las descritas en estas lecciones.

(1) Nos parece, sin duda, que es un galicismo el decir *sala de comer*, por ejemplo, en vez de *comedor;* nuestro objeto es aquí manifestar que el *comedor* es una *sala;* que la *nave* de un templo es una *sala*, etc., etc.

(2) En los últimos tres casos se les dá comunmente el nombre de galerías.

Al entrar en detalles acerca de esta parte tan esencial de los edificios, no es fácil, ni áun para su estudio, seguir la misma marcha sucesiva que hemos adoptado, porque como se vá á comprender muy pronto, es imposible, no ya como en las otras partes, ultimar el plano, pero ni aún fijar sus líneas principales sin que el proyecto entero esté acabado. Es aquí indispensable tenerlo todo simultáneamente á la vista: plano, perfil, techos, luces, pues es tan íntima la relacion que hay entre unas y otras, que no cabe hablar sobre las condiciones generales de uno de dichos elementos, sin que tengamos que guiarnos por las que rigen á otro y otros.

Disposicion. En la esencia la disposicion parece muy sencilla. Muros y techos planos ó abovedados, ó cuando son grandes las dimensiones, líneas de apoyos añadidas para sostener el techo: hé aquí todos los elementos que la constituyen. Pero en donde se presentan las dificultades es en la acertada eleccion de los medios de combinarlos en cada caso, es en la justa apreciacion de la influencia que un cambio cualquiera de uno de ellos ejerce en las formas y proporciones de los otros, es en la manera de contrarestar económicamente las acciones de las bóvedas, es, en fin, y principalmente en la disposicion y arreglo de los vanos para dar suficiente luz á los espacios que abrazan y una ventilacion conveniente, segun el objeto de su construccion, su destino. Aun á riesgo de repetir algunas ideas ya emitidas al tratar de los vestíbulos, vamos á esforzarnos por presentar, como en un cuadro, todos los preceptos generales que interesa conocer en esta parte de los edificios, porque, al cabo, ella viene á ser el objeto, el fin

positivo, y en ella, digámoslo así, se resume la verdadera esencia, lo sustancial de la edificacion entera.

Formas, dimensiones.

Las formas y las dimensiones del plano no pueden ni deben ser para el arquitecto inteligente, hijas del capricho: en este punto nadie deja de opinar del mismo modo; seria irracional otro modo de pensar, como es censurable la libertad con que se creen autorizados á proceder algunos modernos constructores. Pero lo que parece como consentido y autorizado por varios autores, es, que las formas y dimensiones de las salas de un edificio han de venir impuestas, y resultar de la disposicion general de éste; así se vé con harta frecuencia, que arquitectos juiciosos creen que es asunto de distribucion interior, y no la base *primera* del proyecto, la cuestion que estamos discutiendo.

En nuestro concepto, las formas y las dimensiones de las salas deben ser el punto de partida de donde se deriva todo lo demás; porque todo, absolutamente todo, está subordinado á ellas, ya porque sirve para conducir á las salas del modo más conveniente, ya porque las pone en comunicacion fácil y cómoda, ya porque las dá la luz que necesitan, etcétera, etc., en tanto que ellas, las salas, siendo, como son, el alma del edificio, dictan la ley á las demás partes, y hasta á veces por sí solas constituyen la obra entera.

¿Cuáles, son, pues, los datos para estudiar esas formas y esas dimensiones de las salas? Los de todo problema de disposicion arquitectónica; el destino del edificio; el uso que de él se intenta hacer. Y como en nuestra época el dinero es el nervio de todo, esos datos sólo en casos especiales se presentan con tanta latitud, formando el programa de la com-

posicion; porque interesa que á su formacion preceda un criterio económico ilustrado, y éste reclama que en un sólo y mismo edificio se reunan todos aquellos fines que, por su índole, por sus relaciones, por sus analogías, por sus tendencias, por cierta comunidad, en una palabra, de orígen y de carácter, deben resolverse en una unidad que los abraza y comprende á todos, y que, ligándolos y relacionándolos, deja á cada uno su carácter y desarrollo propios, peculiares, exclusivos. Cada fin particular, dentro del general, reclama una disposicion propia, y en el proyecto requiere una ó varias salas con todas sus partes accesorias; y hé aquí cómo los datos se precisan, y ya podrémos decir además: el edificio proyectado ha de contener tantas salas destinadas á tal cosa, tantas á tal otra, etc., etc.

Conocido y determinado el destino especial de cada sala, es preciso meditar sobre las formas y las dimensiones del plano que mejor se acomoden á él; y es claro que esta no es cuestion siempre fácil, ni aún susceptible de una solucion única para cada caso. Ya verémos más adelante, al recorrer una por una las disposiciones de los diferentes edificios públicos y privados, cómo se examina y se discute las formas más propias y las dimensiones más adecuadas para las salas de cada uno de ellos; mas, por ahora, y sin descender á detalles ajenos de este lugar, basta saber que en este exámen deben entrar consideraciones muy diversas. Unas veces son éstas puramente de construccion, como la mayor capacidad con el menor gasto, la menor dificultad en la manera de cubrirlas, la posible ó fácil disposicion de los vanos para iluminarlas, las formas, acaso obligadas, del espacio en que se

ha de construir, las dificultades en los aparejos, y hasta la naturaleza de los materiales de que se disponga, etc., etc.; otras veces son condiciones físicas de un órden diferente, ya ópticas, ya acústicas, que revisten en ciertos casos una importancia decisiva, como sucede en los teatros, en los parlamentos, en las aulas, en las audiencias etc., ó en los museos de pintura y escultura, etc., etc.

Sobre este campo tan vasto y tan complexo hay que discurrir, y se puede asegurar que, en general, léjos de quedar nada al arbitrio del arquitecto, se verá éste forzado á hacer ingeniosas combinaciones para conciliar condiciones á veces contrapuestas.

Despues de hecho el anterior estudio, que demanda sérias y detenidas reflexiones, se puede trazar el perímetro que limita el contorno de la sala; y sus dimensiones dirán, desde luego, si bastan los muros que la cierran para sostener el techo que ha de cubrirla, ó si será preciso establecer apoyos aislados para ello; pero antes, ó mejor dicho, al mismo tiempo, es necesario saber si el techo ha de ser plano ó abovedado.

Techos planos ó abovedados.

Difícil por extremo es decir, en términos generales, cuándo se debe preferir el cielo raso y cuándo la bóveda para cubrir las salas. Si sólo se consultára al ingeniero, al constructor, bajo el punto de vista exclusivo de la economía y resistencia, es claro que desde luego, áun para dimensiones muy pequeñas en las salas, se desecharia toda idea de techo plano, si éste hubiera de ser aparejado, como bóveda adintelada, ó como las antiguas disposiciones griegas y romanas de grandes vigas de piedra, inaplicables en la práctica moderna de las construcciones; pero el arte no se conforma con renunciar á esa especie de techos, siquiera no sean de piedra, y á pesar de la crítica que de ellos se puede hacer y hemos hecho en la primera parte.

Los suelos de madera que separan unos pisos de otros, y los techos que cubren el más alto y el edificio entero, se prestan á revestir en sus superficies inferiores las formas del cielo raso, ya por medio de forjados y enlucidos con elegantes relieves, ya con primorosos trabajos de talla y moldura en las caras aparentes de las maderas. Los de hierro, que pueden cubrir salas más espaciosas, son igualmente susceptibles de revestir la misma forma, adoptando el primer medio ú otros que ya hemos dado á conocer. Rigorosamente injusto fuera proscribir los cielos rasos porque no se puede ó no conviene hacerlos hoy, ni desde la época del Renacimiento, como los hicieron los Griegos y los Romanos; y podemos asegurar que si la verdad en las expresiones les es contraria, el arte, disimulando con habilidad ese defecto, está hoy en el derecho de emplearlos, y hacer de los cielos rasos, así dispuestos, muy bellas aplicaciones.

Casos hay en que el cielo raso, como parte inferior de un suelo, es necesario, bajo cualquier punto de vista que la cuestion ofrezca, y en que su sustitucion por bóvedas seria hasta irracional, porque no se debe olvidar que estas últimas en más ó ménos grado, segun sus formas y proporciones, fatigan los muros que las sostienen, contra los cuales ejercen acciones que los empujan y tienden á derribarlos; y si, para contrarestarlas, se apela al recurso de combinar, como luego indicarémos, sistemas de bóvedas más ó ménos

complicados y costosos, ó á un considerable aumento, tambien costoso, de robustez en los estribos, podrá suceder frecuentemente que otras condiciones del programa del edificio se opongan á uno y otro recurso; entonces la solucion indicada es la de adoptar el suelo y cielo raso, que no lleva á sus apoyos más que fuerzas verticales de compresion.

La altura de los muros que corresponde á cada piso, y por tanto á cada sala, puede acaso no admitir más que una variacion circunscrita entre límites muy próximos; la bóveda, que no puede siempre ser tan rebajada como se quiera, daria entonces alturas de clave y tímpanos incompatibles con el número de pisos y con la altura total de la edificacion; y parece en tal caso muy natural el techo plano, que salva la dificultad.

Una sala, que por ser de poca capacidad en su plano, reclamase aumento efectivo de superficie á expensas de la dimension vertical, requeriria el establecimiento de un piso intermedio á modo de balcon, ó de tribuna, en todo ó parte de su contorno; y para sostenerlo, y sostener á la vez el techo de toda la sala, se establecerian dos órdenes de apoyos superpuestos; estos apoyos, en tal caso, no pueden ni deben ser de mucho diámetro, como lo exigiria el sostenimiento de una bóveda; y además la altura de la sala, que ya por virtud de su misma disposicion es grande, tomaria proporciones extraordinarias poco convenientes: el cielo raso resuelve la cuestion satisfactoriamente.

Si no temiésemos caer en el defecto de quitar generalidad á los principios, á fuerza de pretender aclararlos con casos especiales, podríamos seguir enumerando circunstancias en que el constructor preferirá el sistema de cielos rasos modernos, con los vicios propios de su estructura, á las bóvedas simples, compuestas ó combinadas; pero lo dicho basta para que, en cada caso, teniendo presentes las explicaciones de la primera parte de estas lecciones, y los preceptos generales de la construccion, así como los datos del proyecto, se pueda decidir si conviene ó no la adopcion del techo plano.

Bien se comprende, desde luego, que la extension de un L. 18.
techo, así dispuesto, sin otro sosten que los muros del contorno, áun con los tiros que es permitido alcanzar con vigas de hierro, es muy limitada; así es que, cuando la sala ha de ser espaciosa, es forzoso recurrir, como hemos dicho, á los apoyos aislados, en el número y en las posiciones que reclamen la magnitud, la forma y el destino de ella. Las figuras indicadas al márgen ofrecen algunos de los muchos ejemplos que se podria poner á la vista de los alumnos. Como se vé, es en general conveniente que hácia el medio de la sala quede un espacio libre, casi igual á la máxima extension posible, porque así se hace menor el inconveniente de la difícil circulacion creado con la presencia de los apoyos.

Las salas de los monumentos de importancia grande son frecuentemente abovedadas, porque los techos dispuestos de este modo son más durables que los cielos rasos modernos, y más firmes y ménos fatigantes que los adintelados y planos de los antiguos; seria ridículo y torpe abovedar las salas de edificios comunes, en los cuales, de no ser fingidas, serian costosísimas, pesadísimas, y por todos conceptos impro-

pias; y de ser simuladas, se puede decir que no carecen de un sólo defecto.

La altura de la bóveda, sus formas imponentes y ámplias proporciones son sus cualidades esenciales: se la debe, pues, emplear en donde se requiera carácter monumental. No son hoy ya sus ventajas sobre los techos planos y adintelados para salvar mayores espacios las que determinan su sustitucion á los cielos rasos modernos; porque con el empleo de vigas armadas, mixtas y de hierro laminado, con las de enrejado, de palastro, tubulares, etc., se pueden cubrir recintos tan anchurosos, que las bóvedas sólo con combinaciones muy ingeniosas y rebuscadas y materiales costosísimos, podrian acaso reemplazazarlos (1). Son consideraciones de otro órden las que entran en esta discusion, de un carácter puramente artístico.

El techo plano, el cielo raso, cualquiera que sea su disposicion, cualquiera que sea su estructura, ó es sostenido por multitud de apoyos, y el efecto de la sala se pierde, y la circulacion se dificulta y entorpece, y la vista se encuentra á cada movimiento detenida por un obstáculo, y la luz se quiebra y debilita al caer sobre tantos cuerpos aislados interpuestos á su libre paso, dejando en sombra los espacios que de otro modo hubieran estado bien iluminados, ó bien, aprovechando el tiro máximo que puede admitir, y para salvar los defectos anteriores, se prescinde de los apoyos interiores, y entonces su aspecto es pavoroso, por efecto de una

(1) Hay que exceptuar de esta consideracion los edificios llamados *á prueba* de la arquitectura militar, de que en otra parte del curso habrémos de ocuparnos.

ilusion óptica inevitable; en vano la razon y la ciencia y la experiencia demostrarán de consuno que las condiciones de equilibrio y resistencia son perfectas; la apariencia será siempre la de una superficie convexa, y como si amenazára caer y desplomarse sobre la cabeza del observador, sobrecogido bajo una impresion que nada es capaz de contrastar. En tales condiciones no hay belleza posible; y por eso cuando los techos han de aparecer planos, y su superficie tiene alguna extension sin apoyos intermedios, se la dá una ligera concavidad, como si fuera una bóveda muy rebajada; y áun se hace más; se la decora con delicadeza, con detalles finos de ligera y sutil ornamentacion, para quitarla aquel aspecto de pesadumbre que agobia é intimida; en una palabra, se la reviste de un carácter poco monumental.

En las bóvedas no es de temerse ese efecto; sus cualidades son opuestas; y así las formas vigorosas, las grandes proporciones y una ornamentacion acentuada les cuadran tan perfectamente que son siempre sus galas naturales. La nave de una iglesia, los salones principales de un palacio, los vestíbulos y portales de edificios de cierta importancia, la gran sala de sesiones de un parlamento, etc., etc., deben, en general, ser abovedados.

Tambien las bóvedas, cuando las salas son muy grandes, reclaman apoyos intermedios, cuya forma, número y disposicion no son ni pueden ser hijas del capricho, y dependen de las combinaciones de que pronto vamos á ocuparnos, despues de indicar cómo se determina la altura de las salas, cómo se les dá la luz necesaria, y cuál debe ser, en general, el modo más propio de decorarlas.

Altura. La altura de las salas es muy variable; y aunque todos los tratados de arquitectura y los manuales de construccion indican ciertas relaciones entre dicha dimension y las de su plano, suponiéndolo rectangular, preciso es convenir en que semejantes reglas, no sólo no tienen nada de absoluto, sino que ni áun es conveniente darles grande importancia. La altura debe desde luego ser tal, que en union de la longitud y anchura determine la capacidad cúbica de aire bastante para que la ventilacion y calefaccion sean arregladas al destino de la sala y al número máximo de personas que esté llamada á contener. Pero esta condicion puede indudablemente ser satisfecha, y dentro de ella admitir la altura muchos valores diferentes; otras condiciones y otros preceptos deben venir á determinarla, porque en las abovedadas, por ejemplo, es natural que la altura sea mayor que en las de techo plano; y áun entre estas últimas, es evidente que mayor elevacion deberá asignarse á salas de grande importancia, que á otras de un órden secundario, no olvidando, sin embargo, que un exceso en las primeras casi anularia el efecto de los artesonados, pinturas ó figuras esculpidas que generalmente decoran los cielos rasos, y una exagerada reduccion en las segundas, para mejor aprovechar la altura total del edificio, produciria infaliblemente un aspecto de pesadez y tristeza detestables.

Las resonancias y las desagradables y violentas perspectivas deben influir tambien en las relaciones que liguen las tres dimensiones; así, una sala cuadrada no estará en las mismas circunstancias que otra rectangular, y ambas se hallarán en distinto caso que las circulares, ovaladas, poligo-

nales, etc. Una sala ó salon, cuya longitud es muy grande comparada con su anchura, en cayo caso se acostumbra darles el nombre de galerías, debe tener una altura tal, que desde sus extremos no produzca el efecto de una convergencia que la asemeje á un gran tubo; pero como esto es muy difícil de alcanzarse sin emplear proporciones verticales absurdas, impracticables, se apela al recurso eficaz de cortar ó interrumpir las largas y contínuas superficies por medio de pilastras empotradas, arcos fajones, nervios y otros accidentes que estén en armonía con el carácter de la sala.

Como puntos de partida, no más, algunos autores citan proporciones que es útil conocer, y que á continuacion consignamos:

Salas con techo plano......	rectangulares..	altura =	anchura.
	cuadradas....	altura =	poco ménos que la anchura.
	circulares y poligonales (1)..	altura =	diámetro (ó poco ménos).
Abovedadas.....	rectangulares..	altura =	semisuma de longitud y anchura; media proporcional entre longitud y anchura; ó doble producto dividido por suma de longitud y anchura; $\frac{3}{2}$ anchura de la nave central si hay columnas.
	cuadradas....	altura =	$\frac{4}{3}$ anchura; anchura de nave central, si hay apoyos.
	circulares y poligonales....	altura =	$\frac{4}{3}$ diámetro; ó diámetro central, si hay apoyos.

(1) Poligonales regulares; se toma el diámetro de círculo inscrito.

Luz. La manera mejor de dar luz á las salas constituye una de las más sérias dificultades en muchas circunstancias, y á reserva de entrar en mayores detalles al tratar de las bóvedas destinadas á cubrirlas, digamos aquí algunas generalidades sobre el particular. Cuando la sala es rectangular ó cuadrada, que es lo más comun, se puede fácilmente distribuir los vanos en los muros del contorno, y esto basta casi siempre cuando las proporciones del techo plano ó abovedado son tales que no reclaman muchos apoyos intermedios, ó cuando, áun con apoyos, la longitud es tal que las partes centrales pueden ser bien iluminadas por ojos de buey ó rosetas circulares en los testeros; en los demás casos es indispensable buscar comunicaciones para la luz por medios que despues indicarémos.

Pero si la sala es circular, ovalada, poligonal ó de otras formas especiales, y como ordinariamente sucede, los muros de su contorno no son los mismos que forman fachadas exteriores ó interiores, seria imposible practicar los vanos en ellos, que, siendo inútiles, afectarian formas de muy mal efecto; así en estos casos se busca la luz abriendo los techos del modo conveniente.

En ciertas circunstancias, como ya hemos insinuado, no se trata solamente de que las salas estén bañadas de una luz viva, y de sustraer á la oscuridad de la sombra y á las dudosas gradaciones de la penumbra todos los ámbitos de ellas; es además preciso que las incidencias y reflexiones de los rayos luminosos produzcan un efecto determinado, en armonía con el destino de la sala ó con la clase de decoracion que la exorna; ya será un magnífico cuadro en un museo, que pierde todo su efecto si no cae sobre él la luz con inclinacion determinada, precisa; ya son frescos, cuyo mérito seria amenguado si los vanos no guardan cierta relacion de posicion con ellos; ya obras de escultura, ó combinaciones de colores, para los cuales es la luz el alma.

Sobre todo, el efecto policrómico de la arquitectura, para ser completo, reclama en cada caso una distribucion de luz *ad hoc*, porque la uniformidad de esta se aviene mal con los términos que establecen los colores claros y definidos, agrandando y aproximando los objetos, y los oscuros y pálidos empequeñeciéndolos y alejándolos; es preciso para que exista un bello contraste simultáneo de los colores, que se haga un detenido estudio de los vanos, su forma, su situacion, sus dimensiones. El exámen de todas estas cuestiones dirá en cada caso particular, si bastan las aberturas de los muros longitudinales, si es preciso hacerlas en los testeros tambien, ó si, finalmente, hay que practicar lumbreras superiores.

Decoracion. Ya hemos dicho cuál debe ser el carácter que ha de revestir la decoracion de los vestíbulos, que son un caso particular de las salas; y al ocuparnos ahora de la que corresponde á las demás, y consignar los principios generales que la regulan, hemos de encontrar, en medio de algunos puntos comunes, otros esencialmente distintos.

Toda sala, examinada en lo esencial de su composicion, tiene tres elementos principales: pavimentos, muros ó apoyos aislados, y techos planos ó abovedados. Parece, pues, natural que, conociendo ya los diferentes medios de decoracion de esos elementos, explicados en la primera parte, bas-

tará dejar al buen gusto del artista la eleccion de aquellas combinaciones que mejor correspondan al destino y al carácter que deba tener su obra. Y puesto que con bastante detalle hemos explicado de qué manera en todos los períodos de la historia del arte se decoraron esos elementos, y de qué manera en nuestra época deben ser decorados, sentiríase cualquiera inclinado á suponer que mayores esclarecimientos en esta materia estarian fuera de los límites de la enseñanza, y antes llevarian el ánimo á confusion y dudas que al conocimiento de unas leyes que, si existen, no han podido todavía, ni acaso podrán jamás, encontrar una expresion clara y satisfactoria.

Habria en semejante suposicion un fondo de razon incuestionable, si presuntuosos y temerarios tuviésemos siquiera la intencion de abordar las cuestiones de estética que aquí se nos presentan; nuestra aspiracion ni es, ni puede, ni debe ser esa; pero tocamos aquí uno de los puntos más interesantes del arte que estamos estudiando: la decoracion interior de los edificios, cuyas partes principales, las que encierran la esencia de su destino, el objeto capital de su creacion, son las salas antes que todo y por cima de todo; y hay necesidad de conocer, no reglas precisas ni leyes absolutas, que serian absurdas, sino algunas indicaciones de provechoso alcance para señalar las impropiedades de que se debe huir, las dificultades que será preciso orillar ó vencer, y en fin, los vicios, las extravagancias, los delirios y aberraciones de que tantos ejemplos por desgracia existen.

Si la expresion decorativa de las partes exteriores debe, en general, ser fuerte y acentuada, como en su lugar demostrarémos, es perfectamente lógico que la de las salas sea fina, delicada, primorosa, de esmerada y prolija ejecucion, cualquiera que sea su carácter, ya austero y sencillo, ya elegante y rico, ya risueño, gracioso y fantástico. Un grado intermedio, ya lo hemos dicho, es el que corresponde á los vestíbulos, como partes de transicion del exterior al interior. Lo que precede es claro, es racional, y encierra una idea sobre la cual es necesario fijar la atencion; pero si se considera que todavía, dentro de la observancia de ese principio, caben tantos diversos modos de exornacion, y que la razon se pierde en su infinita variedad, se comprenderá fácilmente que es imposible precisar reglas que la misma razon condena *á priori*. Hay, pues, algo que podemos y que consideramos útil enseñar; pero á la vez hay mucho, lo infinito, que no nos atrevemos á tocar; sigamos con lo posible, á lo ménos para nosotros, bajo el punto de vista de la enseñanza.

De las dos clases de decoracion que embellecen las partes interiores de los edificios, la primera, la que toca directa y exclusivamente al arquitecto, no ha menester de nuevas descripciones para ser conocida, y en la escala de las aptitudes artísticas individuales, aplicada con más ó ménos fortuna. Nada necesitamos, pues, añadir á lo enseñado en la primera parte; y es el gusto del arquitecto el llamado, en cada caso, á sacar partido de las formas, proporciones y expresion, propias de cada elemento en sí y en sus relaciones con los otros que entran en la composicion, así como de las propiedades físicas de la materia, de los efectos de luz, etc., etc. Sin embargo, y aunque pueda parecer trivial, recordarémos que los pedestales y los entablamentos que no tienen objeto

en las salas, deben ser proscritos, si no se quiere caer en una falta de racionalidad grosera y chocante; los artesonados de las bóvedas y cielos rasos, los fajones y nervios deben ser tanto más profundos y salientes cuanto más alto el techo que decoran, sin olvidar jamás las formas y aparejos que mejor se presten á una ú otra manera de exornar; que tanto en los apoyos aislados como en los muros, se debe procurar la mayor limpieza en los contornos, aristas, molduras, etc., porque la vista del observador está muy cerca del objeto que contempla; que si el hierro interviene en algun elemento de la composicion, reunido á otros materiales de menor resistencia, las débiles dimensiones que el primero admite en contraste con las más fuertes que reclaman los segundos, producirian un efecto desagradable, y el arquitecto debe estudiar los medios de evitar ese contraste, sin dejar de aprovechar la ventaja que aquel material le ofrece, y sin faltar á la razon y á la verdad en las expresiones; que las ligeras impostas ó cordones de coronamiento (no cornisas) jamás vuelen tanto que oculten completamente los arranques ó nacimientos de las bóvedas; que bajo concepto alguno se mutile, se interrumpa un elemento cualquiera, sea pilastra, arcada, dintel, tímpano, imposta, etc.; que nunca haya penetraciones de unos miembros en otros; que en cada uno se vea retratada su necesidad, y en el conjunto se vea tambien retratado el objeto y el fin esencial de la construccion.

La segunda clase de decoracion reclama el auxilio de otros artistas: el pintor y el escultor; la intervencion del arquitecto en el modo de aplicar á su obra esas expresiones auxiliares, casi siempre necesarias en mayor ó menor

grado, es de tal importancia que interesa por extremo hacer sobre ella algunas indicaciones. Pero digamos antes que, así como en las partes exteriores domina el trabajo del cincel, en las interiores es la pintura la que ocupa el primer lugar; porque si la piedra, por su dureza, por su consistencia, es muy propia para resistir desnuda la accion destructora de los agentes atmosféricos exteriores, en cambio la aspereza de su superficie y el aspecto triste y negruzco, de que generalmente la reviste el tiempo, la hacen impropia para el ornato interior de los edificios; en tanto que los materiales menudos, más económicos, cubiertos de enlucidos finos y pintados, que con dificultad conservarian su bello aspecto en la intemperie, están en una sala favorablemente preservados y defendidos.

No vamos ciertamente á dictar preceptos al pincel, capaces de ahogar y encerrar en estrecho círculo la inspiracion del artista: que esto seria anular tal vez la belleza de sus producciones, y redundaria sin duda en perjuicio de la obra; vamos á decir de qué modo, bajo un punto de vista general, se debe conciliar la decoracion de que ahora tratamos con la que es esencialmente arquitectónica; porque, no cabe dudarlo, aquella es, despues de todo, adicional, complementaria de esta, que es siempre y debe ser la dominante, la esencial, la superior y la anterior en toda edificacion.

Interesa, pues, que si la decoracion arquitectural ha establecido ciertas divisiones en un muro por medio de pilastras, vanos, recuadros, telares, cintas, cadenas, plintos, etc., ó en una bóveda por medio de fajones, aristones, nervios, arquivoltas, etc., no las invada la exornacion pictórica ó es-

cultural, sobreponiéndose irracionalmente, y desnaturalizando y postergando la expresion de los miembros esenciales de la composicion. Los muros y las bóvedas que circuyen y que cubren una sala deben, no sólo ser siempre, sino tambien parecer siempre, tales bóvedas y muros, embellecidos, realzados sin duda por la pintura y la escultura, más nunca presentar al observador su importancia amenguada, cuando no perdida, porque la verdad integérrima de su expresion haya sido locamente mutilada por la excesiva libertad del artista auxiliar.

Y si es verdad que las superficies de paramentos é intradoses de una sala dan ancho campo á la iconografía y á la policromía, es de todo punto indispensable que la primera se amolde y se ajuste con naturalidad, sin violencia, á las partes de la construccion, y que la segunda no venga á contrariar con sus términos y magnitudes aparentes las realidades prácticas de la estructura, que el arquitecto ha debido acusar y destacar en su creacion. Pero como la arquitectura, por sí sola, tal vez no alcanza á *expresar* un efecto, siquiera lo realice en el hecho, la mision de las otras artes es venir en su ayuda para conseguirlo, pero jamás contrariarlo ni áun dominarlo. Se comprende que dirigir no es contener ni esclavizar.

La pintura, por ejemplo, que juega en la decoracion de las salas un papel importantísimo, en tanto es más perfecta, más bella en sí, en cuanto mejor y más fielmente retrata el modelo de la naturaleza que imita; sin embargo, sobre un muro, sobre una bóveda, esta gran perfeccion podria llegar á ser perjudicial para el efecto de la construccion, que inevitablemente se veria perdido, ora en las finezas de detalles numerosos, ora en las perspectivas profundas, etc.

Mas de lo que precede no se infiere que, como algunos entienden, y áun aconsejan, sea preciso trazar recuadros pintados con figuras diversas, señalando un límite en las líneas de sus contornos para circunscribir dentro de su perímetro el espacio en que el pincel debe dilatarse, sin que le sea permitido salvarlo. Nosotros entendemos, al contrario, que semejante recurso arguye un vicio, una falta de propiedad en la decoracion arquitectónica, y que tales recuadros, medallones, círculos, etc., pintados, especies de marcos figurados, son de desagradable efecto, y revelan, en general, pobreza de ingenio y mal gusto en el arquitecto. ¿Cuándo y en cuál de los elementos que entran en una construccion no proporcionan esas subdivisiones y las limitan los mismos accidentes propios y naturales de sus formas, proporciones y decoracion de sus miembros?.... Acomodarse á ellos, seguirlos sin violencia, y ajustarse á sus condiciones materiales á la vez que á su expresion moral, tal es la idea que debe guiar al pintor ó al escultor cuando es llamado á intervenir en la decoracion de una obra de arquitectura; á ellos toca, en efecto, tener el buen sentido de no esforzarse sólo por pintar ó esculpir bien, sino además por armonizar el espíritu, el carácter y la expresion de sus obras con el destino de la sala que decoran, y evitar de todos modos las demasías que aún se ven con frecuencia, y que son las reliquias de una escuela funesta, nacida en Italia bajo la inspiracion de un arquitecto de génio, y llevada en España por inteligencias vulgares á los últimos grados del delirio.....

Los símbolos, las alegorías, las inscripciones, son recursos muchas veces empleados para exornar salas; pero es preciso tener especial cuidado de no caer en la falta de propiedad que comunmente se observa, en la frivolidad, en la confusion ó en la oscuridad; porque nada es ménos bello que buscar símbolos allá en las costumbres, en las creencias, en los mitos de edades pasadas, cuando en la nuestra, á cualquiera parte que convirtamos nuestra atencion, los encontramos en abundancia inmensa; nada es ménos bello que las expresiones pueriles y banales, donde quiera que se manifiesten; nada es ménos bello que el desórden y la aglomeracion de letreros en muros, en bóvedas, en molduras, en apoyos, en frisos, en todas partes, á semejanza de lo que practicaban los Egipcios, pero con la diferencia de que la historia hoy no se escribe en la piedra, como cuando era la imprenta desconocida entre los hombres; nada es, en fin, ménos bello y más fatigante que la presencia de retruécanos, logogrifos y toda suerte de expresiones rebuscadas, que ponen en tortura la inteligencia del observador.

Sin repetir aquí lo que en la primera parte hemos dicho sobre revestimientos de madera en los muros de las salas; sobre el uso del papel pintado más ó ménos rico; sobre los relieves de yeso formando florones, rosetas, etc., en las bóvedas y cielos rasos; sobre el empleo muy generalizado de los estucos y otros medios de imitar mármoles y jaspes, y sobre los modos de exornar pavimentos, basta seguramente que los recordemos para decir que desde la más sencilla habitacion de una casa particular, hasta el salon más suntuoso y monumental de un palacio, desde el pequeño recinto de

una ermita, hasta la grande y magestuosa nave de una catedral, la arquitectura, auxiliada de las otras artes, encontrará siempre los medios de decorarlas con el grado de riqueza, de elegancia, etc., que á su carácter, destino é importancia correspondan..... ¿Es esta cuestion sólo de gusto? En su mayor parte sí; pero las observaciones que preceden, hijas de la razon, pueden servir en la enseñanza de punto de partida provechoso. Por eso las hemos presentado, á pesar de la inevitable vaguedad y falta de precision que las envuelven.

LECCION XIII.

ESCALERAS.

La última de las partes cubiertas de los edificios que queremos explicar con regular extension, es la que se conoce con el nombre de escalera, cuyo objeto, como sabe todo el mundo, es establecer comunicacion entre cuerpos situados á alturas diferentes. Sin detenernos á describir las primeras disposiciones de escalera que fueron conocidas y aplicadas en la antigüedad, y sin hacer por consiguiente historia, que, sin grande utilidad, nos distraeria del verdadero objeto de esta leccion, entremos de lleno en la cuestion que tratamos de plantear con toda claridad y de resolver prácticamente.

El problema para el arquitecto es «crear una disposicion

»que permita á un número dado de personas salvar con la »menor fatiga posible una distancia vertical conocida; que »no prive á las otras partes esenciales del edificio del espacio »horizontal que su destino requiere; que tenga las formas y »proporciones más convenientes para la solidez debida; que »reciba luz directa, clara y abundante; y que esté bien re»lacionada con las partes del edificio que está llamada á »comunicar.» Creemos que en este enunciado están comprendidas todas las condiciones que no sean puramente artísticas; y á reserva de decir algo despues sobre estas últimas, vamos ahora á ocuparnos de las primeras.

1.ª «Ha de permitir salvar una distancia vertical conocida »á un número dado de personas que suban á la vez, con la »menor fatiga posible.»

La naturaleza acostumbra al hombre á moverse sobre superficies sensiblemente horizontales; y todo lo que tienda á imponerle la obligacion de recorrer con sus piés una superficie inclinada, ya subiendo, ya bajando, es violento, es contrario á las leyes naturales, y produce inevitablemente el sufrimiento. Posible es, y hasta fácil lo hace el hábito, moverse sobre un plano inclinado con poco esfuerzo, si el trayecto contínuo no es muy largo; pero seria imposible hacerlo sobre un plano vertical, y por extremo fatigante y dañoso sobre otro de mucha inclinacion con el horizonte.

Si, pues, la experiencia nos diese el valor del ángulo de inclinacion límite como máximo, y la mayor longitud de la pendiente admisibles, es claro que, por bajo de esos términos en cada caso, la cuestion quedaria reducida á resolver triángulos rectángulos, y así se establecerian rampas alter-

nadas con mesetas, y cuya anchura se habria de determinar con la condicion de que cupiese de frente, y sin estrechez, cierto número de personas. Pero como el plano contínuo (rampa) no permite un buen asiento al pié ni una posicion natural á la persona, se le sustituye lo que se llama tramo de escalera, esto es, una sucesion de pequeños planos alternativamente horizontales y verticales, de modo que la anchura de los primeros exceda algo de la longitud del pié ordinario del hombre. L. 19, fig. 59.

Esta porcion plana horizontal se llama huella; la vertical contrahuella; y el sistema de las dos reunidas forma un sólo cuerpo, que recibe el nombre de peldaño. De esta nueva disposicion resulta que cada vez que un pié se levanta de una huella para alcanzar la subsiguiente, permaneciendo el otro pié sentado en la intermedia, habria riesgo de perder el equilibrio, si las manos no hallasen á su alcance algun apoyo eficaz; y con objeto de satisfacer esta necesidad, se limita la escalera á uno ú otro lado, ó á los dos, por un murete, pretil, parapeto ó balaustrada, coronado por el pasamanos ó baranda.

La altura total que cada tramo debe tener para no ser molesto, está fijada por la experiencia en ménos de veinte peldaños, cuyo límite máximo no podria pasar un arquitecto sin desatender la necesidad de un descanso oportuno para evitar la fatiga. Toda la escalera, pues, se compone de tramos para subir, y de mesillas para descansar; estas han de ser horizontales; cada tramo se compone de peldaños (en número menor que veinte), y cada peldaño de una dimension transversal horizontal, anchura de la huella (que no

puede ser menor de $0^m,30$ para que quepa bien el pié), de otra dimension vertical, altura de la contrahuella, y de la tercera dimension longitudinal, que se determina por la anchura requerida en la escalera para que quepa de frente cierto número de personas.

La relacion que ha de existir entre la altura de contrahuella y la anchura de huella es lo único que nos falta estudiar para saber dentro de qué límites puede el arquitecto moverse, sin atentar contra la primera condicion. Las antiguas escaleras, las que describe y enseña á trazar Vitruvio, tenian sus peldaños de tal manera proporcionados, que la altura de contrahuella y la anchura de huella estaban en la relacion de $3:4$. Tal pendiente es inadmisible en los edificios modernos de varios pisos, en donde es muy frecuente el tránsito por las escaleras; y sólo se comprende que fuera adoptada cuando, como sucedia entre los antiguos, se habitaba en los pisos bajos, y la escalera no se usaba más que para subir á los terrados, ó para comunicar las gradas de los anfiteatros ó de los circos. Varios arquitectos han dado relaciones fijas sencillas, ménos incómodas, como son: $1:\sqrt{3}$, que es la del semilado á la altura de un triángulo equilátero, y $1:2$, que es la más admitida; y otras variables, entre las que citarémos las siguientes: primera, el doble de la altura de contrahuella más la anchura de huella igual á 24 pulgadas, que se considera como el paso del hombre; segunda, la suma de la altura de contrahuella y la anchura de huella igual á $0^m,487$ (1). Creemos que la primera de estas dos últimas reglas, cuando puede ser conveniente, es en el caso de ser la altura 6 pulgadas, porque entonces la relacion es $6:12=1:2$; pero si la altura es 7 pulgadas la relacion $7:10$ que se obtiene difiere bien poco de la de Vitruvio, y es más incómoda que la de $1:\sqrt{3}$; si la altura es 8 pulgadas, la relacion es, en general, inadmisible; si es 4 pulgadas, será $4:16$, y más suave todavía si fuese 3 ó 2 pulgadas.

(1) Este número, segun algunos, representa la magnitud del paso medio de un hombre de talla comun; y se pretende que también represente la altura en que un pié puede elevarse sobre otro verticalmente.

La excesiva suavidad en la pendiente parece á primera vista, y bajo el único aspecto de la comodidad, no ofrecer más que ventajas; se comprende, sin embargo, que habiendo de combinarse dos esfuerzos, uno para levantar el pié y otro para avanzarlo, segun se acostumbra, no horizontal sino oblícuamente, resultaria que cuando la anchura se aproxima á la longitud ordinaria del paso, seria necesario un esfuerzo grande para la subida, y el cuerpo estaria cargando todo su peso sobre un sólo pié por un tiempo relativamente largo: este es un hecho que raras personas no habrán experimentado en algunas escaleras de ciertos monumentos, como palacios, etc. La segunda de las dos últimas reglas, que L. 19, fig. 60
equivale á decir que las alturas y y las anchuras x son las ordenadas y abscisas positivas de la recta $y=-x+0^m,487$ (figura 60), dá los resultados siguientes:

$$\left.\begin{matrix} y=0^m,135 \\ x=0^m,352 \end{matrix}\right\} \quad \left.\begin{matrix} y=0^m,162 \\ x=0^m,325 \end{matrix}\right\} \quad \left.\begin{matrix} y=0^m,189 \\ x=0^m,298 \end{matrix}\right\}$$

ó las relaciones $1:2,60.....$ $1:2$ y $1:1,57$. Para alturas de

contrahuella superiores á $0^m,189$, la relacion es incómoda por fuerte pendiente; y para alturas inferiores á $0^m,135$ la suavidad de la pendiente hace molesta la subida.

Deducimos de lo que precede que la primera condicion de nuestro enunciado quedará cumplida siempre que la anchura corresponda al espacio que cómodamente ocupe un número dado de personas; que los tramos no tengan más de veinte peldaños; que la inclinacion no pase de un límite máximo $\frac{1}{1,57}$ ni baje de $\frac{1}{2,60}$, manteniéndose lo más cerca posible de $\frac{1}{2}$: que la altura de contrahuella no sea menor de $0^m,135$ ni mayor de $0^m,190$, y la anchura de huella por consiguiente varíe sólo entre $0^m,352$ y $0^m,292$, y que los costados de la escalera estén defendidos por guardalados convenientes. Véamos las otras condiciones.

2.ª «Sin privar del espacio horizontal necesario y apro»piado para las otras partes esenciales del edificio que se »proyecta.» Es evidente que si la altura de un piso sobre otro viene ya determinada por razones de necesidad ó conveniencias que figuren en el programa de la composicion general de la obra, ó que de él se deriven, y la altura de contrahuella está comprendida entre límites muy próximos (de $0^m,135$ á $0^m,190$, y conviene que se acerque todo lo posible á $0^m,162$), será conocido por una simple division aritmética el número de peldaños que la escalera debe contener. Si excede ese número de veinte, será preciso, por la primera condicion, que haya más de un tramo, y por lo ménos tantos como veces quepa veinte en dicho número, y tantas mesillas como tramos ménos uno; por consiguiente, suponiendo un piso de $4^m,80$ de altura (que no es excesiva),

habrá treinta contrahuellas de $0^m,160$, veintiocho huellas de peldaño y una mesilla (1); de modo que, áun en el caso de adoptar la relacion $\frac{1}{1,57}$, y de no asignar á la mesilla más que 2 metros, la proyeccion horizontal de la escalera ocuparia en longitud un espacio de $0^m,25 \times 28 + 2 = 7 + 2 = 9$ metros, y si á esto se añade cierto espacio que es preciso reservar siempre en el orígen y en su terminacion, que reducidos á una magnitud racional no podrán, en general, ser menores de 2 metros, resultará $9 + 2 + 2 = 11$ metros.

Es indudable que, cualquiera que sea la disposicion del edificio, y cualquiera que sea la colocacion de una escalera así proyectada, habrá de ese modo una pérdida extraordinaria de espacio horizontal, sólo aceptable algunas veces en construcciones monumentales, pero incompatible con las proporciones y necesidades de la mayor parte de los edificios.

Esto procede de dos causas principales: de haber desarrollado la escalera en tramos situados á continuacion unos de otros; y de haber perdido para la altura todo el espacio horizontal de las mesillas. Interesa, pues, ver si estas dos causas pueden desaparecer, y por qué medios se consigue esto. Desde luego se comprende que los efectos de la primera son fáciles de evitarse por medio de la superposicion de tramos, porque es claro que si un tramo de veinte peldaños, con las proporciones del ejemplo precedente supone una proyeccion horizontal de 5 metros de longitud, todos los demás, que corresponden encima de él se proyectan en el

(1) El piso en donde termina la escalera, y la mesilla, son verdaderas huellas, y añadidas á las veintiocho, completan treinta planos horizontales sobre que se sientan los piés en toda la subida.

mismo espacio, y ganan una altura efectiva igual á tantas L. 19, fig. 61. veces $0^{m},160 \times 20 = 3^{m},20$ cuantos tramos superiores haya en esa disposicion. Pero para esto es indispensable que la distancia vertical entre ellos sea mayor que la altura de un hombre, sin lo cual seria imposible la circulacion; y además dos tramos consecutivos no podrán ser superpuestos sino mediando entre ellos una mesilla de tal extension, que permita tomar como arranque del más alto un punto suficientemente elevado sobre el tramo inferior. Es innecesario, sin duda, decir que el objeto queda conseguido siempre que hay L. 19, fig. 62, y L. 20, fig. 63. en la escalera dos ó tres órdenes de tramos superpuestos, porque entonces, entre cada dos de un órden median un tramo ó dos del otro ó de los otros órdenes con sus respectivas mesillas. Esta es la solucion generalmente adoptada en la mayor parte de los edificios.

En cuanto á la segunda de las causas antes señaladas, la existencia de las mesillas que absorben espacio horizontal sin ganar altura, empezarémos por observar que la superposicion de tramos implica necesariamente la de mesillas, y así, por cada órden de mesillas no supone más proyeccion en planta que la de una de ellas; esto ya constituye una reduccion efectiva de espacio y un aprovechamiento mejor del plano; además, como casi nunca se llega al límite que hemos puesto de veinte peldaños por tramo, porque esto alargaria mucho una de las dimensiones de la proyeccion general de la escalera, y porque es cómodo que haya más frecuentes descansos, la superposicion permite alcanzar estas ventajas sin mayor pérdida sensible de planta, como seria inevitable en el sistema de mesillas no superpuestas.

Si todavía, á pesar de los recursos dichos, las necesidades del edificio exigiesen nuevos medios para reducir más la proyeccion de la escalera, como sucede en las casas de alquiler de las ciudades populosas, y en sitios en que el solar vale mucho dinero, se puede suprimir completamente las mesillas en cada dos pisos, sustituyéndolas por lo que se llama tramos curvos (1). L. 20, fig. 64.

En la hipótesis de que tenemos un interés especial en ahorrar espacio, admitimos naturalmente que la anchura total del ocupado por la escalera, es sólo la necesaria para que quepan los tramos justapuestos, es decir, que se toquen por sus costados (figura 64) sus proyecciones; de manera que entre ellas no exista intérvalo alguno vacío ó perdido. Así, siendo T un tramo recto (en proyeccion), y T' el que le sigue, M seria la mesilla de separacion; y si ésta se reemplaza por una série de peldaños convergentes hácia el eje proyectado en O, empezando por el 1 (que es el mismo plano de la mesilla suprimida), al llegar al 11 habrémos ganado la altura de diez contrahuellas, sin necesidad de más espacio horizontal que el que ocupa la mesilla. Al pasar del tramo T', ahora más elevado que antes en diez contrahuellas, al segundo de los proyectados en T se podrá aplicar el mismo procedimiento, y lo mismo en los demás cambios de direccion. Estos tramos de union así dispuestos son los tramos curvos; é igual explicacion cabe hacer para la figura 65, L. 20, fig. 65.

(1) Estamos considerando sólo la parte de una escalera comprendida entre dos pisos, porque todas dichas partes están en las mismas circunstancias bajo el aspecto de la construccion; se comprende que el suelo de un piso que sirve de mesilla entre dos partes no puede ser sustituido por tramo curvo.

en que se supone la existencia de un intérvalo vacío llamado *ojo*, y para la figura 66, en que las proyecciones de los tramos curvos abrazan sólo un cuarto de revolucion. Fácilmente se deduce de las consideraciones anteriores que una escalera como las de las figuras 67 y 68, en que no hay tramo recto, es la que ménos espacio horizontal ocupa.

L. 20, fig. 66.

L. 20, figuras 67 y 68.

En vista de las ventajas que aseguran los tramos curvos, podríase creer que siempre deben ser adoptados, en sustitucion por lo ménos de las mesillas; pero ni es, ni debe ser así: primero, porque desigual la anchura de huella en cada peldaño, deja apenas asiento al pié en su parte más estrecha, y puede pecar por excesiva hácia la opuesta; y aunque este grave defecto se atenúe por los medios que despues indicarémos, es imposible salvarlo por completo; segundo, porque todo el mundo sabe cuán penoso es un cambio brusco de pendiente como los que se operan en cada paso de un tramo recto á otro curvo y vice-versa; tercero, porque se complican mucho los procedimientos de ejecucion; cuarto, porque son inadmisibles para relaciones de pendientes suaves como se necesita en los palacios y edificios de grande importancia; quinto, porque al suprimir las mesillas se sacrifica la primera condicion.... Así, sólo como un recurso de necesidad se debe adoptar semejante sistema, y cuando despues de discurrir y meditar mucho sobre las condiciones generales del proyecto, se haya convencido el arquitecto de que su adopcion es el ménos grave de los inconvenientes que se vea obligado tal vez á aceptar.

Antes de pasar al estudio de la tercera condicion, vamos á indicar los medios que han sido propuestos para atenuar

algunos de los defectos señalados, es decir, la estrechez de los peldaños convergentes en su garganta, y el cambio brusco de pendiente que se advierte al pasar del tramo recto al tramo curvo. Si la disminucion de anchura de huella fuese gradual desde la constante de los peldaños de tramo recto hasta la que resulta para los de tramo curvo, la molestia no seria tan grande, porque la variacion de las dos dimensiones no seria brusca. La cuestion es, pues, repartir la diferencia de anchuras en un número de peldaños suficiente, y como con esto sólo ya se alcanza una variacion gradual en la pendiente, si hallamos una solucion conveniente habrémos conseguido nuestro objeto.

L. 20, figuras 65 y 66.

Para ello se hace el desarrollo de la superficie cilíndrica, que recibe las extremidades de los peldaños de tramo curvo, sobre el mismo plano vertical correspondiente al recto que le precede, y, como indica la figura 69, se supone que sigue el movimiento el otro plano vertical del que le sigue (1). En este desarrollo es fácil marcar las tres líneas rectas que contienen las intersecciones de las aristas de los peldaños con los indicados cilindro y planos; y son rectas esas líneas porque de dos de ellas, las de los planos, una no se ha movido, otra ha venido al abatimiento sin salir del plano vertical que la contiene, y la tercera es el desarrollo de una hélice del cilindro. Si en esta figura se tiran horizontales distantes entre sí la magnitud de la contrahuella, se verá muy claro el doble defecto indicado, y se notará tambien que, á partir de la generatriz media del cilindro hácia el tramo recto anterior,

L. 21, fig. 69.

(1) Ambos planos verticales son, como se vé, tangentes al cilindro que se desarrolla.

se verifica lo mismo que hácia el siguiente; por tanto, bastará considerar una de las dos partes del desarrollo.

Como por el trazado se conoce la anchura constante de los peldaños de tramo recto y la de garganta en los del curvo, si á estos datos añadimos el del número total de peldaños (á partir de la arista que corresponde á la generatriz media) en que queramos ó creamos conveniente hacer la reparticion, podrémos formar una progresion por diferencia, en que el último término será la anchura constante en el recto, el número de términos el dado (1), y la suma de la progresion igual al número de peldaños del tramo curvo (conocido por el trazado) multiplicado por la anchura de garganta, más el número restante de peldaños por la anchura de los de tramo recto. Esta progresion está enteramente determinada; y deducida la razon, así como el primer término, fáciles de determinar, se añadirá á éste aquella, y se tendrá la anchura de garganta del segundo peldaño (á partir de la citada generatriz); añadiendo á esta última la razon, ó á la primera su doble, se tendrá el tercer peldaño, y así sucesivamente los demás. Llevando esas magnitudes, tomadas en la escala, sobre las huellas de los peldaños en la figura, habrémos sustituido á las primeras otras; y las líneas rectas que en el desarrollo antes contenian las intersecciones de las aristas con los planos y el cilindro, ahora son reemplazadas en la parte sometida á la reparticion, por un polígono determinado por la progresion aritmética; de manera que alguna ventaja hemos conseguido; pero es más pequeño que antes el valor de

(1) Obsérvese bien que el número de términos es igual al de peldaños.

la anchura de garganta en los primeros peldaños del tramo curvo, y así esa ventaja es ilusoria.

Se podria fijar *á priori* el valor conveniente de la razon, y con ella, el primer término como antes, y el número de peldaños, formar la progresion, cuyo último término no hay condicion que lo haga resultar igual á la anchura de huella constante del tramo recto; y pudiendo ser menor ó mayor, hay una irregularidad que hace inadmisible la solucion.

Si para evitarla se cambian los datos, y se fija, además del primer término y la razon, el último, con la condicion de ser igual á la anchura constante de huella en tramo recto, podrá resultar un número tal de peldaños para hacer la reparticion, que quizás exceda al total de los de la escalera (en la parte que estamos arreglando) y esto no siempre será aceptable.

Como por cualquiera de estos medios quedan señalados en el desarrollo los puntos de interseccion de las nuevas aristas de los peldaños con los planos y el cilindro, bastará deshacerlo, volviendo el cilindro á su primitiva posicion, y se tendrá así en la proyeccion la de aquellos puntos. Pero es claro que el cambio operado no ha hecho más que sustituir á la recta primera del desarrollo una línea poligonal con lados de distinta pendiente, ó lo que es lo mismo, á la hélice primera, elementos de otras de distinto paso; de modo que, existiendo siempre ángulos de lados rectos en el desarrollo, aunque ahora más obtusos y favorables, no han desaparecido los cambios bruscos de pendiente.

El procedimiento gráfico de la figura 69 evita este último defecto; pero produce en la anchura de garganta del

primer peldaño tan poca ventaja, que casi subsiste el defecto del trazado primitivo, lo cual era de presumir, porque, siendo el radio de la circunferencia tan grande, casi se confunde con su tangente en la parte que corresponde al primer peldaño, y positivamente le favorece muy poco más que el polígono deducido de la progresion aritmética.

Otro método (figura 69bis) es mucho más racional, y debe ser, en nuestro concepto, preferido á todos: se reduce á añadir al peldaño de tramo curvo 14, lo necesario para que su anchura sea la conveniente; unir el punto 14 así obtenido con el 15 por la recta 15 *a* y suavizar despues por un arco de circunferencia tangente á las dos rectas que resultan, el ángulo que forman, mucho más obtuso que el primitivo.

La detenida inspeccion de las figuras, la sencillez del problema, y las indicaciones escritas en la lámina, pueden aclarar desde luego toda duda, que no es probable se presente.

3.ª «Con formas y proporciones convenientes para la so- »lidez debida.» Como el espacio reservado en el proyecto para el establecimiento de la escalera está limitado por muros, es preciso que estos concurran al sostenimiento de ella, cuando por sí solos no hayan de llenar tan importante objeto. Hay aquí un sistema compuesto, como toda construccion, de dos partes: una que recibe directamente la accion de fuerzas exteriores, y que la dirige y trasmite; y otra que resiste las acciones trasmitidas por la primera. La primera es la escalera propiamente dicha; la segunda está constituida por los apoyos que la sustentan. Nuestro objeto es estudiar las formas y proporciones que mejor convengan para que el sistema completo no carezca de la resistencia nece-

saria, ni tenga un exceso dispendioso de robustez; y como son dichas formas y proporciones variables con la naturaleza del material que para la construccion haya de ser empleado, clasificarémos para este estudio las escaleras del modo siguiente:

1.º Escaleras de piedra y de mampostería.

2.º Escaleras de madera.

3.º Escaleras mixtas.

4.º Escaleras de hierro.

1.º—*De piedra ó mampostería.*—Si sobre la proyeccion L. 20, fig. 70.
horizontal de la escalera, es decir, sobre el espacio comprendido entre las líneas que limitan su anchura, se levanta un macizo de fábrica (piedra, ladrillo, etc.), se tendrá un muro cuyos paramentos serán planos verticales para los tramos rectos, y superficies cilíndricas para los curvos; y si se limita dicho macizo superiormente por la série de planos alternativamente horizontales y verticales de huella y contrahuella, de modo que las aristas sean paralelas entre sí ó convergentes (1), y que las anchuras y alturas guarden la proporcion proyectada, es claro que la escalera, así construida, no será otra cosa que un muro de formas determinadas y de altura variable, cuyas condiciones de resistencia son excelentes, siempre que descanse sobre un cimiento sólidamente establecido. Tal disposicion de escalera pudo haber sido la más antigua, y es sin duda la que primero se ofrece á la razon; hoy, sin embargo, con excepcion de ciertos casos muy contados (escalinatas, graderías descubiertas y sus varias

(1) Convergentes en proyeccion; en el espacio son generatrices de un helizóide conoidal alabeado de plano director horizontal.

aplicaciones), se la consideraria torpe, por costosa ó inconveniente; porque es innecesaria tanta masa de fábrica para sostener la série de peldaños, con ó sin mesillas, y que son y constituyen el verdadero objetivo de la construccion; porque, admisible para pequeñas alturas, seria impracticable para tramos superpuestos, y porque embarazando y obstruyendo la circulacion por debajo de cada tramo, ocuparia una extension inmensa y robaria sin compensacion muchísimo espacio á las otras partes del edificio.

L. 20, fig. 71. Mejor seria construir dos muros paralelos, nada más que del espesor suficiente, limitando la anchura de la escalera, y apoyar sobre ellos las extremidades de prismas rectangulares de piedra, cuyas secciones transversales fuesen determinadas por las proporciones adoptadas de huellas y contrahuellas (1); desapareceria así el inconveniente del exceso de fábrica; se crearia la posibilidad de aprovechar para algo el espacio inferior á la escalera, comprendido entre los muros,
L. 21, fig. 72. y hasta de permitir la circulacion practicando aberturas ó arcadas en ellos que no los debilitasen de un modo perjudicial á su resistencia, y finalmente, se podria establecer tramos superpuestos.

L. 21, fig. 73. Pero si la anchura de la escalera es grande y los peldaños no pueden ser enterizos, será indispensable establecer otro ú otros muros intermedios; y si la obra es de materiales menudos, el procedimiento se hace inaplicable ó expuesto á dislocaciones peligrosas; si pudiéramos, pues, evitar en todos los casos y para cualquiera especie de fábrica la necesi-

(1) Las formas de los peldaños de tramos curvos no podrian ser las mismas, á causa de la convergencia de las aristas.

dad de los muros intermedios, y alcanzar el grado debido de resistencia sin más apoyos que los muros laterales, la solucion seria satisfactoria, y tanto más ventajosa cuanto que uno de dichos muros no constituye, en general, gasto *exclusivo* para la escalera; lo exige la composicion del edificio y la conveniente separacion del espacio reservado para ella, que se llama *caja de la escalera.*

No hay que discurrir mucho para comprender que el elemento llamado á sostener los peldaños sin apoyos intermedios es la bóveda, cuyos estribos sean los dos muros laterales, cuyo intradós podrá afectar diversas formas simples ó compuestas, y cuyo trasdós será siempre la superficie quebrada que constituyen los planos horizontales y verticales de las huellas y contrahuellas, y los planos de mesillas cuando las haya. ¿Cuáles son de las bóvedas conocidas las que pueden ser empleadas para la construccion de las escaleras? ¿Y cuáles, entre las que pueden serlo, reunen mayores ventajas bajo el triple aspecto de la resistencia, de la economía y de las conveniencias artísticas?

Nosotros vamos á limitarnos aquí á contestar la primera de estas dos preguntas, reservando para más adelante el exámen de la segunda (1). La bóveda que parece más propia L. 21, fig. 74, y
para los tramos rectos es la cilíndrica en bajada, cuyos es- L. 22, fig. 74.
tribos sean los muros laterales; si hay tramos superpuestos, estos mismos muros prolongados por cima del primero servirán de estribos para sostener los superiores aparejados del mismo modo; las mesillas podrán ser sostenidas por la pe-

(1) Composicion de bóvedas.

netracion de dos cañones cilíndricos horizontales, cuyas secciones rectas serán las verticales de las dos bajadas que
L. 22, fig. 75. forman los tramos rectos contiguos. Para los curvos ocurre desde luego la bóveda anular en bajada (tornillo) sostenida por estribos cilíndricos, que son los muros laterales que los limitan. Abriendo arcadas en los estribos se puede conservar el mismo aparejo de bajadas cilíndricas y anulares, siempre que la altura de clave de los arcos sea menor que la de arranque de las bóvedas en los puntos que verticalmente les corresponden, siendo dichos arcos del trazado que se llama por tranquil.

L. 22, fig. 76. Otra disposicion, que es muy usada, y por medio de la cual los muros laterales pueden ser suprimidos, porque no son estribos, es la de bóvedas cilíndricas horizontales, cuyas generatrices son paralelas á las aristas de los peldaños, y cuyas secciones rectas son arcos por tranquil, que abrazan cada uno de los tramos rectos, á los cuales dicho aparejo es aplicable. Las mesillas que separan dos tramos rectos podrian ser aparejadas como bóvedas planas ó esquifadas, y si se quiere, vaídas; en todos casos, sus estribos serán los que sostienen las bóvedas de los tramos y los muros laterales de la caja (1). Los tramos curvos por este sistema no son susceptibles de una buena disposicion, por más que se comprenda y se pueda geométricamente alcanzar la posibilidad de aparejar bóvedas conoidales ó cónicas de eje horizontal

(1) Suponemos, como indica la figura, que se trata de la escalera, dentro de un edificio, comprendida entre los muros que limitan la caja. Sin esto, para los tramos rectos, en la disposicion que describimos, serian innecesarios esos muros, mientras que para las mesillas son indispensables.

y directriz por tranquil (1), entre muros cilíndricos; las dificultades de ejecucion y las grandes diferencias de espesor para un mismo peldaño, así como la gran complicacion que traeria la superposicion de tramos, serian inconvenientes muy graves para hacer admisibles esas formas complicadas y poco sólidas, que son además prácticamente imposibles en el caso de abrazar media circunferencia.

Las bóvedas por arista en bajada para tramos rectos com- L. 23, fig. 77.
binadas con otras horizontales de la misma especie para las mesillas, ó con anulares por arista para los tramos curvos, constituyen otra disposicion que es fácil de comprender.

Los cilindróides, los conóides para tramos rectos y los helizóides alabeados de plano director horizontal (conoidales cuando las generatrices se apoyan en un eje central, ó de otra especie cuando las directrices son hélices sólo de igual paso en cilindros concéntricos) para los curvos, son otras soluciones que interesa conocer y recordar. La última, especialmente, es muy socorrida en aplicaciones frecuentes para torres-fanales, campanarios, columnas monumentales, atalayas, etc., y áun para escaleras secundarias en los edificios más comunes, cuando interesa ocupar el menor espacio horizontal posible.

Las bóvedas planas inclinadas, formando los tramos rectos, y las horizontales en las mesillas, pueden tambien ser aplicadas, aunque tal disposicion seria temeraria y atrevida para anchuras de escalera que no fuesen pequeñas, á ménos que los peldaños se apoyasen en zancas de piedra (2).

(1) Así es la puerta en arco de la figura 75.
(2) Como el objeto y las formas de las zancas en escaleras de

L. 23, fig. 78. No así las trompas cilíndricas en bajada en combinacion con las cónicas para las mesillas, siendo estas últimas de directriz elíptica y las primeras de seccion vertical parabólica (que es la curva plana de penetracion de ambas trompas), ó bien las mismas trompas cilíndricas en bajada con cuartos de bóveda esquifada en las mesillas. Estas construcciones, sin más apoyo que los muros de caja, parecen más atrevidas de lo que son en realidad, y llevan, como las anteriores, el nombre de escaleras suspendidas.

En todas las disposiciones explicadas, y otras que se pueden idear, las condiciones de equilibrio estable y resistencia están en dos puntos capitales: primero, proporciones suficientes en las bóvedas y sus estribos para resistir su propio peso, y la mayor carga adicional que el destino del edificio indica; y segundo, enlaces buenos y ejecucion esmerada en la fábrica, en relacion con la calidad de los materiales que se haya de emplear.

Para lo primero hemos procurado presentar las ideas precisas en la primera parte de estas lecciones; para lo segundo, el estudio del corte de piedras, y del empleo de materiales es indispensable; y nosotros no podríamos entrar en esas aplicaciones del arte de construir sin traspasar los límites que la naturaleza de este trabajo nos impone.

2.º—*De madera.*—Supóngase un cuerpo cilíndrico ó prismático vertical sobre el centro de un espacio circular destinado á la escalera, y limitado por un muro cilíndrico. Si las aristas anteriores de los peldaños son generatrices de helizóides, se tendrá una disposicion análoga á la que hemos descrito para las escaleras de piedra; y basta añadir que los peldaños pueden no ser, y frecuentemente no son, macizos, y se componen sólo de tablones de huella y contrahuella que entran en cajas abiertas en el muro del contorno y en el eje ó *espigon,* que bien puede ser hueco.

piedra, son iguales á los que tienen en las de madera, omitimos aquí lo que sobre ellas dirémos más adelante.

Cuando se dispone de más espacio, dos espigones que abrazan toda la altura de la escalera, sirven de apoyos á piezas inclinadas (zancas), que reciben y sostienen una de las extremidades ó cabezas de cada peldaño, pudiendo estos ser macizos ó formados con tablones y hasta tablas para las contrahuellas, pero debiendo siempre la otra extremidad penetrar en aberturas practicadas en el muro de caja. Así queda compuesto cada tramo recto; las mesillas se disponen como los suelos de madera, tendiendo los cabios entre el último peldaño (que en este caso debe ser una pieza maciza y abrazar toda la anchura de la caja), con el cual se ensamblan, y el muro de caja en que penetran las cabezas opuestas. Si el espacio obliga á establecer tramos curvos se trazarán como los de las escaleras de piedra; pero podrán sus peldaños no ser macizos. L. 23, fig. 79.

Generalmente se clavan listones por debajo de los tramos, rectos ó curvos, y se disponen sobre ellos estucos ó enlucidos de cielo raso, como se practica tambien en la parte inferior de las mesillas; pero estos listones, cuando los peldaños son de tablon, deben fijarse en piezas de pequeña escuadría, unidas firmemente por un lado en los muros de caja, y en las *zancas* por el otro (1).

(1) Esto es general para todas las escaleras de madera que va-

Se vé, pues, que el sistema de la escalera propiamente dicha, se apoya en el muro y en las zancas, y que estas descansan aparentemente en los espigones; pero para los tramos curvos aquí no hay zanca, y las cabezas interiores (las más estrechas ó gargantas) de sus peldaños son diretamente recibidas por los espigones. Una caja, cuya anchura exceda del doble de la de cada tramo recto, permitirá establecer cuatro espigones, entre los cuales quedaria entonces un és-
L. 23, fig. 80. pacio vacío (el ojo de la escalera), ó bien si el exceso de anchura fuese suficiente, en algunos casos convendria ocupar dicho hueco por otro tramo recto más ámplio entre dos zancas que se terminaria en mesilla, partiendo de ésta dos tramos más estrechos entre zancas y muros de caja. Con los
L. 23, fig. 81. cuatro espigones, subsistiendo el ojo, cabe combinar los tramos y mesillas de diversos modos, que indican las figuras con bastante claridad.

Aunque á primera vista parece que los espigones son el alma del apoyo interior de la escalera, un exámen más atento disipa ese error, y hace ver que de ellos sólo es necesaria la pequeña porcion en donde se ensamblan dos zancas contiguas. Y esto se reconoce de un modo fácil y evidente, observando que la accion ejercida por el peso propio y adicional de un tramo, sobre la zanca respectiva, al trasmitirse á los puntos de apoyo sobre los espigones encuentra sobrada resistencia en la mesilla ó en el tramo curvo, y no podria determinar la caida de la zanca, sin que fueran con ella arrastrados, el suelo que forma la primera, ó los peldaños que

---

mos á describir, siempre que no se quiera dejar aparentes las formas poco elegantes de su parte inferior.

constituyen el segundo; peldaños y suelo que son, digámoslo así, firmísimos puntales que sujetan el enlace de las dos zancas contiguas. Lo que sí interesa conservar es el pedazo de espigon necesario para recibirlas, y trasmitir á la mesilla, ó al tramo curvo, las acciones que sobre ellas se producen.

Pero hay otro modo más usado hoy y más elegante de conseguir el mismo objeto, sin conservar nada de los espigones, y de que, ni áun como medios de trasmision, aparezcan en las escaleras de madera: es la adopcion de zancas curvas, que, sirviendo de enlace entre dos rectas, formen con ellas un apoyo contínuo para todo el desarrollo de la escalera.

Hemos dado á conocer la zanca como una pieza inclinada de seccion rectangular; pero esta forma es sólo un caso particular para los tramos rectos; porque si, en vez de disponer los curvos de manera que sus aristas, en proyeccion horizontal, converjan á los centros de los espigones, se suprimen estos y se les sustituye por un sólido comprendido entre Láminas 23 y 24, figuras 82.
dos superficies cilíndricas tangentes á los paramentos verticales de las zancas rectas adyacentes, y entre dos helizóides de generatriz horizontal tangentes á los planos inclinados superior é inferior de las mismas zancas, es claro que ese cuerpo, así formado, podrá considerarse como engendrado por un rectángulo que, permaneciendo constantemente vertical, se mueve de manera que sus vértices recorren hélices del mismo paso en cilindros concéntricos: tal es la zanca curva; una zanca recta retorcida en hélice; un pedazo del filete de un gran tornillo de seccion rectangular; una pieza cuyos

paramentos son cilíndricos, cuyas caras de espesor son helizóides alabeados de plano director horizontal, y cuyas aristas son hélices del mismo paso.

Si los paramentos cilíndricos se suponen planos, la zanca curva se convierte en zanca recta, que, como se vé, es una variedad, un caso particular de la primera.

La zanca curva, cuando es apoyo de los peldaños de un tramo curvo comprendido entre dos rectos, puede ser de un cuarto ó de media revolucion horizontal (que corresponden á un cuarto ó medio paso vertical); podria tambien ser de un valor gradual cualquiera (si bien esto es poco usado para enlazar tramos rectos), y hasta abrazar toda la altura de la
L. 24, fig. 83. escalera, con el número de vueltas necesario en las que no tienen tramo recto alguno, en cuyo caso podria llamárselas con propiedad *zancas-espigones*.

Toda escalera cuyos apoyos interiores estén dispuestos por el sistema que acabamos de explicar, se llama de *zanca contínua;* y bien se comprende que este procedimiento no es aplicable á los casos en que la anchura total de la caja no permite dejar intérvalo alguno entre las proyecciones de sus dos órdenes de tramos: en este caso, el pedazo de espigon para recibir y enlazar los extremos de dos zancas consecutivas superpuestas, no puede ser suprimido ni reemplazado.

L. 24, fig. 84. Aunque estas disposiciones pudieran, por su apariencia, como sus similares de piedra, llamarse *suspendidas,* se reserva este nombre en carpintería á otras que no tienen, en realidad, más apoyo que los muros de caja, y cuyos peldaños macizos se sostienen mútuamente por medio de los cortes de sus juntas (1). Las escaleras suspendidas reclaman la sujecion de los peldaños entre sí por medio de largos pernos que los atraviesan de dos en dos. Las zancas que ordinariamente rebasan sobre los peldaños para servir de asiento á las balaustradas, algunas veces están recortadas siguiendo el perfil de los escalones, y así disimuladas, imitan las escaleras suspendidas.

Conocidas las formas más usadas, y en cuyos detalles no podríamos entrar sin abordar cuestiones especiales de carpintería, poca dificultad ha de presentar el estudio de las proporciones para su resistencia, porque todas sus partes componentes esenciales son piezas horizontales ó inclinadas sometidas á fuerzas exteriores conocidas, y por consiguiente entran en los casos más sencillos de la resistencia de materiales, á cuyos tratados será conveniente acudir, cuando no basten las indicaciones y fórmulas de los cuadros contenidos en la primera parte de estas lecciones. Bueno es, sin embargo, advertir que las zancas pueden alguna vez estar solicitadas por fuerzas transversales á flexion lateral, y para evitar este movimiento, que seria muy peligroso, es prudente atravesarlas por fuertes barras de hierro empotradas en los muros de caja.

3.°—*Escaleras de hierro y mampostería; de hierro y madera; de hierro sólo.*—Ha ocurrido con el empleo del hierro en la construccion de escaleras lo mismo que en la de techos, suelos, entramados de muros y otras partes de la edificacion.

(1) Estas juntas en los tramos rectos son planos perpendiculares á la pendiente, y en los tramos curvos deberian ser paraboloides hiperbólicos normales á los helizóides inferiores; pero su complicacion hace que se los sustituya por los planos normales que más se les aproximen.

Sustituciones parciales, primero de poca importancia relativa, despues extendidas á las partes más esenciales, y finalmente, á la integridad de la obra. Estas sucesivas transformaciones en nada han hecho mejor sentir sus ventajas, ni han sido más oportunas y beneficiosas que en las escaleras; porque siendo, como son, las partes más expuestas á un tránsito contínuo, sus aristas se degradan y se rompen con frecuencia, si no se las reviste y defiende con un material poco susceptible de esas alteraciones como es el hierro; porque su resistencia permite espesores muy pequeños, y estos producen aumento de longitud de peldaños, á igualdad de anchura total de tramo; porque siendo las cajas de escalera verdaderas chimeneas de gran tiro en los incendios, en ninguna otra parte del edificio interesa tanto como en ellas la incombustibilidad; porque las formas de las escaleras, sean de piedra ó madera, son en general complicadas, y la mano de obra costosa y difícil; las zancas y los peldaños se ajustan con cortes muy delicados, que han de ser muy perfectos para ser eficaces; y en cambio, las ensambladuras del hierro son sencillísimas, los cortes vienen ya hechos de las fábricas, el trabajo se reduce á armar, y las uniones, cuando son bien entendidas, léjos de debilitar, más bien fortalecen y consolidan.

Las formas generales son las mismas que ya hemos descrito; la variacion consiste en las proporciones de las piezas.
L. 25, fig. 85. Para revestir un peldaño de mampostería, se guarnece su arista de un hierro de ángulo, uno de cuyos brazos se amolda al plano de huella, y otro al de contrahuella, y sobre éste último se asegura un junquillo de hierro por medio de áncoras de empotramiento. Si á esto se añade una zanca de

hierro (seccion ⌶) unida a los muros de caja por largos pernos que atraviesen la masa de los peldaños (1), el sistema es tan fuerte ó más que el análogo de piedra, y su costo es mucho menor.

Tambien las zancas pueden ser de hierro fundido, y los peldaños formados de losas de piedra (á veces mármol) en la huella, y de planchas de palastro en la contrahuella. Estas últimas son recibidas y se aseguran con pernos entre dos lábios verticales interiores fundidos con la zanca, la cual en su parte superior está cortada en forma de dientes escalonados, para servir de asiento horizontal á las losas de huella, cuya longitud libre está disminuida por nervios horizontales interiores, tambien fundidos con la zanca; finalmente, esta lleva en su paramento exterior todo su contorno guarnecido de junquillos y filetes que, á la vez que la decoran, aumentan la cantidad de metal en las porciones superior é inferior de la seccion transversal. No se puede desconocer lo ingenioso de tal disposicion, porque el hierro fundido se presta á recibir bien todas las formas, y es, por tanto, muy propio para las zancas curvas, y el palastro, en hoja delgada, alivia considerablemente el peso. Pero la poca aptitud de la fundicion para resistir choques y fuertes vibraciones es un defecto muy grave en una escalera, y ha determinado la preferencia L. 25, fig. 86.
que se dá á las zancas de hierro laminado y forjado.

Otras aplicaciones, igualmente ventajosas y muy frecuen- L. 25, fig. 87.
tes, son las que admiten el uso de la madera sólo para los peldaños. En este sistema, las zancas, que constituyen el ele-

(1) Esta suele ser de hormigon grueso con morrillos y cemento de Portland.

mento resistente, son de hierro forjado (seccion rectangular); su base ú orígen sobre un cimiento de fábrica está cogida entre los brazos verticales de dos hierros en escuadra, sujetos á la mampostería de asiento por pernos de empotramiento, y su remate ó terminacion superior se fija en la viga I que forma el suelo de la mesilla ó piso, y con ella se enlaza por escuadras de palastro y pernos; esta viga está acodalada contra el muro de caja por otra perpendicular á ella que corresponde al punto de articulacion de la zanca. Aplicadas interiormente á las zancas y afirmadas con pernos, unas escuadras ó hierros de ángulo sirven para sostener con sus brazos horizontales los tablones de huella, cuyos movimientos se impiden por medio de pernos de cabeza oculta. En algunos casos no hay contrahuella; pero como se vé el sistema de ningun modo las excluye.

Algunos ejemplos notables hay de zancas de palastro, empalmadas por hierros de ángulo ó cosidas con planchas por remaches; huellas de tablon fuerte de encina, y contrahuellas de palastro aseguradas por una extremidad á las zancas con escuadras y pernos, y empotradas por la otra en los muros de caja.

La única parte que queda de madera ó piedra en las disposiciones últimas descritas es la huella; y no sólo no hay inconveniente en reemplazarlas por planchas de fundicion, ó de palastro estriadas, sino que se procede así muchas veces, sobre todo en las escaleras de espigon. En estas, que generalmente se hacen de hierro fundido, el espigon es hueco, y los peldaños se funden con el pedazo anular de dicha pieza que les corresponde.

L. 25, fig. 88.

Los cálculos para determinar las proporciones no difieren de los relativos á los otros materiales más que por los valores del coeficiente de resistencia, y de los momentos de inercia para las formas especiales de las secciones que se adopten. Una observacion es preciso hacer antes de terminar; conviene no apurar los límites del valor de R para estar precavidos contra choques y sacudidas posibles, y así, nosotros aconsejaríamos no pasar de 6 kilógramos por milímetro cuadrado de seccion.

4.ª «Y con luz clara, directa y abundante.» Hé aquí la condicion más difícil de realizar en el proyecto de una escalera, la que exige más cuidados por su grande importancia, y la que generalmente obliga á retocar, á modificar las más ingeniosas combinaciones y trazados, y hasta á admitir ciertos defectos arquitectónicos, que sin ella probablemente no existirian. Los vanos abiertos en la parte superior, por claraboyas en los techos y bóvedas, producen luz directa en el ojo de la escalera y dan claridad suficiente á los tramos más altos; pero cuando hay varios pisos que comunicar, y por consiguiente tramos superpuestos, la sombra que los superiores arrojan sobre los inferiores haria peligroso el fiar sólo á aquellas altas aberturas la entrada de la luz exterior, porque precisamente en donde más interesa distinguir con claridad el espacio que se pisa es en las escaleras.

Es claro que si no llegan á dar una vuelta completa, es decir, si no hay tramos superpuestos, la solucion indicada es admisible, y áun en algunos casos será innecesaria; en el caso contrario, que es el más frecuente, será preciso estudiar el modo de que en cada vuelta de la escalera, es decir,

en la altura que separa dos tramos superpuestos, exista lo ménos un vano de las proporciones convenientes que dé directamente al exterior; pero como la caja puede estar comprendida entre dos muros de fachada (1), ó entre uno de fachada y otro paralelo de traviesa, ó entre dos tambien paralelos de traviesa, es preciso ver en cada uno de estos casos, que son los más frecuentes, cuáles son las dificultades de la luz directa.

Supóngase que entre cada dos pisos hay que colocar cierto número de mesillas y tramos; si las primeras se apoyan contra las fachadas, en el primer caso será casi seguro que dividirán en dos los vanos distribuidos en ellas, y el efecto de semejante division es enteramente inaceptable; será difícil que las condiciones especiales del edificio permitan alterar el órden de las aberturas para acomodarlas á la disposicion de la escalera; y será ineficaz que, aún admitiendo la posibilidad de este acomodo, el vano quede todo entero por cima ó por debajo de la mesilla, porque entonces una de las dos partes queda sin luz directa. Si para salvar la dificultad se apoyan las mesillas sobre los muros laterales de la caja, es decir, los perpendiculares á las fachadas, crearíamos otra más grave aún, porque los vanos no serian ya divididos por las mesillas, pero, lo que es mucho peor, lo serian diagonalmente por los tramos.

La solucion que parece en este caso ménos mala, es aceptar la irregularidad en la distribucion de vanos hácia las fachadas de patio ó posteriores, y no apoyar mesilla ni tramo

(1) Cuerpos de simple fondo.... Entendemos aquí que el nombre de fachada se aplica tambien á los que dan á los patios.

contra las principales; así sirven los mismos pisos de mesillas y los vanos más importantes no sufren alteracion ni son cortados por tramos ni mesillas.

En el segundo caso, puede suceder que la fachada que limita la caja sea la principal, y entonces, no pudiendo dar luz directa por la traviesa ó fondo de la caja, no habria más remedio que recibirla del frente, alterando la distribucion exterior de los vanos si se quiere que las mesillas de piso estén hácia el fondo, ó lo que tal vez convendrá más, poniendo dichas mesillas al frente y no alterando entonces los vanos exteriores; pero es conveniente observar que esta última solucion no es aplicable á las escaleras abovedadas con estribos macizos, porque algunos tramos serian muy oscuros.

Puede tambien suceder que la fachada que limita la caja sea la posterior ó de patio; todo queda entonces remediado con alterar los vanos; esta es la solucion más comun en los edificios particulares, si bien el exagerado aprovechamiento del solar hace de esos patios unos pozos oscuros, tristes y húmedos, incapaces de dar á las escaleras la luz que requieren, y se atenúa el mal combinando con ese medio el de las claraboyas superiores; pero áun así, nadie ignora cuán escasa es la luz que se proyecta en los tramos inferiores.

En el tercer caso, es innecesario decir que la luz lateral directa es imposible; es preciso aceptar como único vano la claraboya con todos sus defectos.

Creemos del mayor interés advertir, antes que se pueda hacer deduccion absoluta de las observaciones anteriores, que ni hemos considerado todos los casos que pueden ocur-

rir, y cuya variedad es infinita, ni hemos pretendido, al indicar como aceptables ciertas soluciones, establecer reglas que aquí no caben, ni pueden ser dictadas. Porque cada caso particular trae consigo un programa especial de necesidades y conveniencias, y seria torpe, ridículo y vano empeño el de abrazarlo todo en una explicacion general; se presenta pocas veces el problema como determinado: es casi siempre más que determinado; y si así no fuera, nada seria fácil como el proyecto de una escalera; sin embargo, presenta en la práctica muy sérias dificultades.

Hemos querido dar una idea de estas dificultades al tratar de dar á las escaleras la luz necesaria, y es imposible que esta cuestion sea resuelta sin que á la vez lo sean tambien las de composicion horizontal y vertical, el espacio disponible ó impuesto, el número de tramos, la magnitud de cada uno, la existencia de mesillas ó de tramos curvos, el carácter y la importancia de la escalera y del edificio, su altura, el estilo de su arquitectura, en el cual juega un gran papel la forma y distribucion de los vanos, etc., etc. Consideramos, por consiguiente, oportuno presentar aquí algunas consideraciones generales acerca de la disposicion general de las escaleras, en sus relaciones con las otras partes de los edificios hasta aquí estudiadas.

5.ª «Y que esté bien relacionada con las partes del edificio que esté llamada á comunicar.» En los edificios compuestos de varios pisos se deben considerar tres especies de escalera, distintas por su destino, y tambien por su situacion, sus formas, desarrollo y proporciones: son la escalera principal, las que podrémos llamar secundarias, y las de servicio y accesorias; algunas veces faltarán una y áun dos de estas especies, y el edificio podrá entonces tener solamente escaleras principal y accesorias, ó principal y secundarias, ó principal, reuniendo en sí el destino múltiple de todas ellas. Nosotros considerarémos el caso más general, suponiendo la existencia de las tres, y expondrémos las ideas que parece deben presidir á su disposicion.

La costumbre, basada siempre en razones de comodidad y bienestar, ha establecido en los edificios destinados á habitacion cierto órden de preferencia en los pisos: el bajo, por ejemplo, que está en comunicacion directa con el exterior, con las calles, plazas ó paseos, en contacto inmediato con el terreno sobre que se asienta, está naturalmente expuesto á todas las incomodidades y desventajas que nacen de su situacion, y que no necesitamos enumerar; el primero ó principal, que además de estar libre de ellos, exige sólo para llegar á su altura subir pocos tramos de escalera, y que domina y abraza todo el movimiento exterior sin participar de sus molestias, es generalmente el destinado á lo esencial de la edificacion, á su objeto primordial, á lo que le dá nombre, en una palabra, á lo que constituye su primera razon de ser; los otros pisos superiores, segundo, tercero, etc., que participan en menor grado, al compás de su mayor elevacion, de las ventajas del principal, y para los cuales la fatiga de la subida es mayor, han sido, son y seguirán siendo de menor importancia relativa, y destinados casi siempre á la satisfaccion de conveniencias, y áun necesidades, derivadas de la sustancial, y que la completan, coadyuvan al fin propuesto, mas no lo determinan ni lo realizan.

A este hábito, perfectamente racional y motivado, es preciso acomodar la disposicion de cada clase de escaleras; la principal, la que conduce á lo más importante del edificio, es natural que sea la más cómoda, la más ámplia, la más clara, y á la vez la más acusada, la de acceso más desahogado y espacioso, y cuya terminacion sirva de digna entrada á las salas á donde conduce; las secundarias, que vienen en cierto modo á ser como ramificaciones que conducen del principal á los otros pisos, pueden ser ménos ámplias, ménos cómodas, porque ni por ellas ha de circular tan gran número de personas como por la primera, ni seria cuerdo darles un carácter más alto que el que á su destino corresponde: cabe en ellas tener más en cuenta la economía, subordinando más fácilmente sus condiciones á otras que les sean contrarias. Las accesorias, finalmente, son los medios de comunicacion directa entre salas ó dependencias de dos pisos, cuando, como sucede con frecuencia, interesa sustraerla á la circulacion general; destinadas á muy poco uso, pueden ser, y son en general, estrechas, empinadas, y se prestan con facilidad á satisfacer casi todas las condiciones que de ellas exija la mejor disposicion de las otras partes.

La situacion de las últimas viene generalmente impuesta por su objeto, y rara vez dejará latitud para elegir; la de las secundarias debe, en lo posible, ser tal, que su punto de partida diste poco y se comunique con naturalidad, sin rodeos, fácilmente, con el término de la principal; y la situacion de ésta, en fin, variable segun la composicion general del edificio, será unas veces céntrica respecto de la longitud de la fachada, ó estará otras hácia uno de los extremos, ó será quizás reemplazada por dos en posiciones simétricas.

De todos modos, la escalera principal, precedida siempre de un portal ó de un vestíbulo bajo, debe enlazarse con él de tal manera que, conservando ambas el carácter de dos partes diferentes, se pase, no obstante, sin dudas y sin vacilaciones, del segundo á la primera; y áun muchas veces se consigue este objeto invadiendo una pequeña parte de aquel con algunos (pocos) peldaños que formen escalinata, y separados por una ancha meseta del verdadero pié de la escalera. Los tramos deben ser, siempre que se pueda, rectos (1), y estar separados por mesillas; no conviene que haya muchos cambios de direccion; pero como á la vez se debe evitar que los tramos pasen de veinte peldaños, es indispensable conciliar las dos condiciones, cediendo, en cada caso, la ménos importante, en favor de la que más interese ver cumplida; raras veces la altura del piso principal sobre el bajo será tal que haga necesaria en escaleras de esta clase más de una mesilla entre dos tramos rectos, sobre todo, si se toma alguna parte de la altura á expensas del vestíbulo con la pequeña escalinata de que antes hemos hablado.

Son muchas las combinaciones que se puede hacer entre las mesillas y los tramos, y vamos á indicar algunas de las que consideramos susceptibles de más frecuente aplicacion; pero ante todo, recordemos que la escalera se desarrolla en un espacio, cuya planta generalmente es rectangu-

(1) Nos parece muy digna de una censura fuerte la moda tan comun en Madrid, de tramos curvos, cuando nada justifica su necesidad.

lar (1), limitado por muros, arcadas ó columnatas (2), y que en ese espacio hay una parte ocupada por la proyeccion de los tramos y mesillas, y la otra enteramente libre.

Los planos verticales que contienen los ejes de los tramos unas veces son todos perpendiculares á las fachadas, otras veces son todos paralelos á ellas, y en ciertos casos se encuentran reunidas en una misma escalera las dos direcciones en unos y otros tramos.

Como variedades de la primera de estas combinaciones, ponemos á la vista en las figuras los siguientes casos:

1.° Dos tramos rectos iguales, ó poco diferentes, en lon-
L.25, fig. 89. gitud y de la misma anchura, separados por una mesilla que ocupa toda la anchura de la caja: dicha mesilla puede estar apoyada contra el muro de fondo ó contra el del frente; en el primer caso la escalera, terminándose en el piso principal hácia el lado de la fachada, dá paso á un balcon ó tribuna á la cual se abren las puertas de antesalas, vestíbulos ó salones; esto suele no ser conveniente porque obliga casi siempre á dar una vuelta para alcanzar dichas puertas, y quita á los salones uno ó tres, y quizá mayor número, de los vanos centrales de fachada que comunmente son los más importantes y de mejores vistas; en el segundo caso, estos dos defectos quedan evitados, porque la tribuna, apoyada contra el muro de fondo, dá acceso directo de frente y lateral á aquellos apartamientos sin ocupar balcones ó vanos de

(1) Escogemos una forma para fijar las ideas, y preferimos la rectangular por ser la más usada.

(2) Las arcadas ó columnatas separan en general la escalera del vestíbulo.

fachada; pero no se olvide que el apoyo de la mesilla contra el frente crea el inconveniente que hemos citado al tratar de la luz directa lateral en las escaleras.

2.° Un tramo ancho conduce del piso bajo á la mesilla, L. 25, fig. 90.
que ocupa como en el anterior toda la anchura de la caja, y dos tramos paralelos ménos anchos parten de la mesilla y van á terminarse en el piso principal; aquí tambien caben las dos disposiciones indicadas en el caso primero, con análogas ventajas y análogos inconvenientes.

3.° Cuatro tramos, separados por una mesilla comun, es- L. 26, fig. 91.
tán de tal modo combinados, que se puede llegar al piso principal, ya cambiando, ya sin cambiar de direccion, y se puede tambien entrar en la escalera y comenzar la subida por una ú otra fachada; esta disposicion es muy ingeniosa, y muy propia para cuerpos de edificio de dos fachadas exteriores, y cuando la caja puede tener mucho fondo, pero poca anchura, sin que por esto deje de ser aplicable á cajas de grande anchura.

4.° Dos tramos, separados por mesilla y en una misma L. 26, fig. 92.
direccion; este sistema, en general, no conviene para escaleras principales.

Cuando los planos verticales de los ejes de los tramos son todos paralelos á las fachadas, las combinaciones más admitidas son las que acabamos de explicar, ya sencillas y á un L. 26, fig. 93.
sólo lado del porche ó del vestíbulo bajo, ya dobles y simétricamente dispuestas á ambos lados; las figuras indican con claridad estas combinaciones, y creemos sólo necesario añadir que, cuando hay cambios de direccion, la mesilla se apoya contra el muro de caja más distante del vestíbulo bajo, y

la terminacion de la escalera viene entonces á dar paso directo á otro vestíbulo correspondiente al piso principal; y tanto en este caso como el de no haber cambio de direccion, el orígen de la escalera está siempre en la parte de la caja más próxima al porche ó vestíbulo inferior.

Hemos dicho que en algunos edificios las escaleras tienen tramos en direcciones perpendiculares y paralelas á las fachadas, y vamos á presentar algunos ejemplos:

L. 26, fig. 94. 1.° Tres tramos apoyados en los muros laterales y de fondo de la caja están separados por dos mesillas de ángulo intermedias; las dificultades que en este caso habria para la buena distribucion de vanos hace necesario que la caja se una al vestíbulo por una arcada ó columnata, cuyas aberturas, si no completamente libres, estén cerradas por grandes marcos con cristales.

2.° Si la altura del piso principal es grande, se acostumbra añadir un cuarto tramo apoyado contra el muro de frente de la caja, y como su altura no impide el establecimiento de la arcada ó columnata del ejemplo anterior, y además ese último tramo podrá recibir buena luz del piso principal, no hay dificultades en su aplicacion.

3.° Cuando, como sucede en grandes edificios públicos, casas de ayuntamientos, consejos, audiencias, ministerios, que son centros de gran afluencia, y se componen de dependencias diferentes, se quiere dividir las escaleras dándoles acceso por un gran patio-vestíbulo, se puede con ventaja
L. 26, fig 95. aplicar la disposicion indicada en la figura 95.

4.° Otra combinacion de excelente efecto, y aplicable á ciertos edificios como teatros, museos, exposiciones, etc., en

donde no se necesita gran economía de espacio, es la indicada en el márgen, que es á la vez sencilla y hermosa.

A pesar de la definicion que hemos dado de las escaleras principales, bien se puede comprender que en los edificios particulares y casas de alquiler un cálculo económico, de que sus dueños no pueden prescindir, obliga á extender la escalera principal á toda la altura, que suele ser excesiva, y servirse así de una sola para todos los pisos; tales condiciones traen necesariamente consigo la superposicion de tramos y frecuentemente la adopcion de los curvos, cuyos graves inconvenientes hemos dado á conocer. Estas combinaciones sencillísimas, no pueden, despues de lo que hemos explicado, crear embarazo alguno al arquitecto, porque debiendo circunscribirse á las bases impuestas por el interés particular, tiene que aceptar el problema de la manera precisa con que se le presenta, y desapareciendo casi por completo el campo de sus investigaciones y de sus meditaciones para escoger lo mejor entre lo bueno, está condenado al triste recurso de arbitrar lo ménos defectuoso entre lo malo. Es cierto que son muy raras las escaleras principales que vemos bien dispuestas en los edificios modernos de la arquitectura privada; pero no seamos rigorosamente injustos censurando antes al constructor que al espíritu exagerado de especulacion á que ha debido sujetarse.

Las escaleras secundarias admiten ménos anchura en los tramos, más longitud de éstos, más economía de espacio, y por consiguiente establecimiento de tramos curvos, etc., etc.; así, los mismos tipos conocidos son admisibles para ellas, y nos parece innecesario extendernos en detallarlos.

En cuanto á las accesorias, son generalmente de un espigon central, ó lo más de dos, de materiales económicos y de facilísima ejecucion.

Digamos ahora, para concluir, algo sobre la cuestion artística en cuanto se refiere á esta parte de los edificios. En ninguna otra más que en ella es propia la sobriedad en los ornamentos; su decoracion debe, en general, reducirse á la manifestacion clara, sencilla y despejada de la combinacion de los elementos que la componen. Sobre todo, considerada en sí sola la escalera, no es en realidad susceptible de exornacion, que no sea y parezca supérflua; su belleza será, pues, producida por la sencillez y amplitud y por las buenas proporciones.

Evitar la aglomeracion de tramos en espacio reducido, su estrechez y la de las mesillas, los muy frecuentes cambios de direccion, las distintas pendientes, la oscuridad, los obstáculos á la circulacion, la poca elevacion de un tramo sobre otro en los superpuestos, los estribos llenos, las formas complicadas y enlaces violentos: estas y otras condiciones que hemos explicado son las que, observadas cuidadosamente, aseguran á las escaleras un buen aspecto, agradable por ser natural y sencillo, satisfactorio por expresar la idea de la conveniencia, y elegante por su amplitud, claridad y ligereza.

Aunque lo repitamos, no queremos dejar de insistir en la inconveniencia de los tramos curvos, en que no se les acepte sino como un recurso de necesidad, porque, además de las razones antes expuestas, nos han parecido y nos parecen siempre de mal efecto, sin que nos mueva á modificar este juicio cierta manía de la época actual.

Hay en las escaleras un elemento que contribuye grandemente á embellecerlas, y en el cual se puede, sin duda, admitir con cierta latitud la expresion decorativa: es la balaustrada que se asienta sobre las zancas, ó sobre los peldaños (1), cuando aquellas faltan, y que sostienen el pasamanos. En la primera parte de estas lecciones nos hemos extendido bastante sobre este elemento, y allí dijimos que en su aplicacion á las escaleras es preciso evitar el empleo de balaustres y columnitas, cuya verticalidad se acomoda mal con la inclinacion de los tramos, y que convenia preferir las balaustradas de otras formas sin apoyos aislados. Parece conveniente indicar que así como las pesadas balaustradas de piedra están muy bien en escaleras construidas de dicho material, cuando los tramos descansan sobre estribos interiores, son muy impropias en las suspendidas con ó sin zancas, y en las aparejadas como trompas, porque es de mal gusto, es chocante el contraste entre la ligereza y atrevimiento real ó aparente de estas escaleras, y el pesado aspecto de dichas balaustradas. Son en tales casos preferibles las de hierro fundido ó forjado, que, en el estado actual de la industria, pueden admitir todos los grados que se quiera de riqueza, sin perder su carácter propio de ligereza aparente y resistencia real. Es inútil añadir que cuando las escaleras son de madera ó hierro, ó mixtas, las balaustradas deberán ser de estos mismos materiales, ó lo que hoy es muy frecuente y útil, sólo de hierro.

Lo que, en la composicion arquitectónica de los edificios

(1) Es algunas veces voladiza; hoy muy usada con ventaja.

se llama escalera no es la escalera propiamente dicha que acabamos de considerar, es el conjunto que forman los muros de la caja, su enlace con el vestíbulo ó portal que la preceden, sus techos planos ó abovedados, los apoyos aislados ó arcadas, el ojo, los tramos, mesillas y sus accesorios. En ese conjunto, en el modo de componer los elementos, en la armonía de sus proporciones y en la manera especial de decorarlos, es en donde cabe cierta latitud bajo el punto de vista artístico; pero en lo que se refiere á los primeros, nada nuevo tenemos que explicar, y por tanto nos limitarémos al ligero estudio que á continuacion presentamos sobre composicion de bóvedas, en el cual, á modo de ejemplo, nos ocuparémos de su aplicacion á las escaleras; y en cuanto á las proporciones bajo el aspecto de la armonía, más adelante hemos de considerarlas al tratar, con la extension posible, del problema general de la composicion arquitectónica.

LECCION XIV.

COMPOSICION DE BÓVEDAS.

En la primera parte de estas lecciones hemos estudiado las bóvedas como uno de los más importantes elementos de la arquitectura, bajo sus tres aspectos esenciales: las formas, las proporciones y la decoracion; creemos no haber omitido detalle alguno de los que al arquitecto interesa conocer para resolver el problema de proyectar una bóveda destinada á cubrir un espacio de forma y dimensiones determinadas. Pero antes de llegar al planteo y de abordar la solucion de ese problema, hay que detener el juicio, y reflexionar con madurez sobre otras cuestiones más vagas, más inciertas é indeterminadas, más esenciales y más árduas, que entran en el dominio de la composicion.

En efecto, todo lo que en un edificio está cubierto, se compone de elementos verticales, muros y apoyos, que aislan y sostienen, y elementos horizontales, techos y suelos, que cubren y dividen su altura; y es tan íntima la relacion que liga los segundos á los primeros que no se puede racionalmente considerarlos de una manera separada, porque aquellos, abovedados, siempre producen sobre estos acciones transversales más ó ménos enérgicas; y seria torpe oponerse sólo á ellas con un aumento indefinido en los cubos de fábrica, que además de constituir un recurso contrario á la economía, vendria á ser en muchas circunstancias de todo punto innecesario. Estudiar el juego mecánico de los empujes, é idear las disposiciones más propias para contrarestarlos con el menor volúmen y gasto posibles, es un deber del constructor inteligente, y es á la vez del más alto interés para las conveniencias arquitectónicas y la expresion artística, que no suelen avenirse bien con el pesado aspecto de una robustez excesiva, y la pérdida efectiva del espacio que roban sin necesidad á la habitacion los enormes macizos.

Ahora bien, en todo edificio hay ciertas relaciones indudables que determinan la situacion respectiva de sus diversas partes cubiertas, pórticos, portales, vestíbulos, escaleras, salas, galerías; y áun en cada una de dichas partes, cuando son grandes sus dimensiones, tambien están relacionados los compartimientos en que es preciso dividirlas. Los muros y apoyos que separan aquellas y estas son comunes; y es fácil comprender que si para alcanzar el equilibrio práctico y adoptar á la vez una disposicion conveniente,

sencilla y elegante, se puede neutralizar, en todo ó en parte, la accion de una ó varias fuerzas por la oposicion de otra ú otras que les sean contrarias, no se deberá perdonar medio alguno de obtener soluciones que tan felizmente conduzcan al resultado que se desea. Analizar estas disposiciones en cada caso, investigar aquellos medios, armonizarlos con las necesidades y conveniencias técnicas y artísticas de la obra que se proyecta, son puntos de grandísima importancia siempre, y de no menor dificultad muchas veces.

Todavía hay más: en la gran variedad de formas que hemos dado á conocer de las bóvedas simples y compuestas, existen muchas que, susceptibles de acomodarse á una planta dada, se presentan al exámen del constructor y del artista como soluciones geométricas posibles; y para dar la preferencia á una sobre las otras es preciso recorrer con la mayor atencion y con un conocimiento perfecto de las condiciones generales y particulares toda la escala de las necesidades y conveniencias de todas clases; cuestion no ménos árdua, no ménos incierta y vaga que la primera.

Aventurado y temerario parece el propósito de sentar principios generales en lo que es de suyo eminentemente variable, y cambia al compás de las circunstancias especiales de cada caso; y así es la verdad que se podria calificar, si fuese tal nuestro intento. Pero no; nos proponemos tan sólo hacer algunas indicaciones, á modo de útiles ejemplos, concretándonos á los más frecuentes casos; ellos podrán servir de guía, no de fórmula, para las varias aplicaciones; y cuando sean inhábiles para trazar una pauta invariable, serán sin duda muy provechosas para enseñar cuál es el espí-

ritu que debe presidir á estas investigaciones, y fijando las ideas aclararán lo que hay de dudoso y oscuro en las generalidades que preceden.

Sea, por ejemplo, una composicion de pórticos que, rodeando un edificio de planta rectangular, no abraza más que un piso en su altura, y ha de estar coronado por una azotea. El edificio es de carácter monumental, y esta y otras consideraciones, sobre las cuales ya hemos insistido, han inducido á adoptar el sistema de bóvedas para cubrir, y la piedra como el más propio de todos los materiales para su construccion. Tales son los datos.

Las consideraciones expuestas al tratar de los pórticos, ponen en camino de discutir, apreciar y resolver si el que se proyecta deberá ser sencillo, doble ó múltiplo en profundidad. Supongamos el primer caso: cualquiera que sea la forma del techo, y cualquiera que sea el aparejo de la bóveda ó bóvedas que adoptemos, es claro que toda la construccion del pórtico, sólo por virtud de la estabilidad propia debida á su peso, hace respecto de los muros de fachada, que lo limitan por el fondo, los oficios de contrafuerte que los ayuda con eficacia á resistir los empujes acaso procedentes de las partes interiores, y que permiten ya cierta reduccion de espesor y de gasto. Pero si cubriéndolo con bóvedas, se dispone de tal modo el aparejo de estas, que una parte de sus empujes vaya sobre el muro de fachada en sentido contrario de la que lo solicita hácia afuera, no hay duda de que la ventaja obtenida será mucho más apreciable.

La primera forma que se presenta á la razon es la del cañon cilíndrico ordinario contínuo con generatrices paralelas

á la direccion de cada fachada, y los cambios de direccion, ya en saliente, ya en entrante, serian en ese caso dispuestos por la más sencilla de todas las penetraciones estudiadas en la primera parte. Sea la directriz de medio punto (que es hoy la más usada), sea rebajada ó peraltada, existirá siempre en mayor ó menor grado una reaccion contra uno de sus estribos, que es el muro del fondo, y otra reaccion igual (1) contra el otro estribo, que es una línea de apoyos en todo pórtico. Esta última fuerza no es contrariada más que por la estabilidad debida al peso de ese órden de apoyos, que como toda construccion abierta se halla en malas condiciones para resistir una misma accion sobre los macizos y sobre las grandes aberturas que la debilitan; es decir, la accion de la potencia es uniforme, y la resistencia que la disposicion le opone es desigual. Semejante anomalía sólo podria desaparecer reduciendo las aberturas y aumentando los macizos, y entonces el pórtico no seria ya un pórtico, ó si la variacion no fuese tan radical que le hiciese perder su carácter, el vicio mecánico de la obra subsistiria, y destacándose á la vista, la privaria de toda belleza artística. Esta especie de bóvedas, si es de medio punto ó peraltada, exigiria un gran relleno en los tímpanos para alcanzar el nivel del terrado, robando espacio y altura interior y no podria ser rebajada sin que se agravase el inconveniente del empuje. Finalmente, su aspecto monotono, sin accidentes, pesado y triste, las hace muy poco propias para la aplicacion que es-

(1) Aquí entendemos siempre que hay simetría de forma y de carga.

tamos considerando; y esta causa, que no es la ménos poderosa, acaba de determinar su exclusion, y lleva al arquitecto á examinanar otras disposiciones.

Si en vez de establecer por cada frente un cañon contínuo, cubriéramos el pórtico por una série de pequeñas bóvedas cilíndricas con sus generatrices perpendiculares á la fachada, es evidente que para no interrumpir la libre circulacion, seria preciso que los piés derechos que separan cada dos bóvedas no fuesen muros contínuos, sino arcos sostenidos por los apoyos y el muro de fachada. Es verdad que por esta combinacion no se contrarestan las acciones procedentes del interior con una fuerza opuesta igualmente repartida sobre dicho muro, sino con los empujes de los arcos indicados; pero ni se trata ahora de un elemento abierto y muy debilitado, como la línea de apoyos, ni despues de todo una accion resistente está en el mismo caso que una fuerza no contrarestada como antes, ni se puede desconocer que los piés derechos y las mismas bóvedas son contrafuertes mucho más eficaces que la disposicion precedente. Además, los empujes de las bóvedas se hacen equilibrio como fuerzas horizontales contrarias de la misma intensidad, y no recibiendo así los arcos que sirven de piés derechos otras cargas que las verticales, las trasmiten segun la curva de presiones, por un lado al muro y por otro al apoyo correspondiente; no á la línea de apoyos en general, sino á la parte sólida, resistente, maciza de esta línea.

Parece, pues, esta disposicion preferible á la primera; más á poco que sobre ella se medite, se descubren graves defectos que vamos á señalar brevemente; primero, necesidad de

grandes rellenos en los tímpanos y mucha carga sobre los riñones y piés derechos, así como gran espacio robado al interior; segundo, imposibilidad de aparejar por el mismo sistema los salientes y entrates, porque el encuentro de las dos últimas bóvedas de cada frente produce una penetracion que impide la igualdad de las dos acciones contrarias sobre los dos últimos piés derechos, y los convierte en verdaderos estribos, perdiendo así el sistema sus ventajas en los ángulos, es decir, en donde más las necesita; tercero, si para evitar el último inconveniente, se adoptase otra forma de bóveda para cubrir los interejes angulares, habria falta chocante de armonía, sin salvarlo por completo; cuarto, el aspecto de esta série de pequeñas bóvedas, es indudablemente poco artístico; cualquiera, al verlas, creeria estar contemplando un frente de casamatas, ó arcos en descarga para sostenimiento de tierras.

Veamos si somos más felices con las formas esféricas simples, ya que es fácil comprender que las cónicas no son aplicables. Se podria creer que cubriendo por bóvedas vaídas cada intereje del pórtico, se llegaria á una solucion del problema, porque tomando como arcos torales, ó como estribos (si se hace el pórtico de entablamento), las tres aberturas con sus apoyos y el muro del fondo, y levantando sobre pechinas un casquete esférico, parece que obtendríamos la ventaja de los débiles empujes. Pero además de ser estos uniformes en toda la circunferencia, y de no serlo la resistencia de los estribos, á causa de las grandes aberturas entre los apoyos, y entre estos y el muro, tal forma de bóveda reclama planta cuadrada si no ha de ser de pechinas desiguales y de formas

muy irregulares; y hemos dicho que debiendo ser la profundidad de los pórticos sencillos igual, lo ménos, á la altura de los apoyos, la planta rara vez ó nunca deberá ser cuadrada, sino rectangular.

Las demás formas conocidas de bóvedas simples, se prestan mal al caso de que tratamos, como se comprende con sólo recordarlas.

Pero entre las compuestas hay dos muy conocidas y muy frecuentemente empleadas, que susceptibles ambas de cubrir plantas cuadradas ó rectangulares, pueden conducirnos al resultado que buscamos: son las bóvedas por arista y las esquifadas ó claustrales. Las segundas, segun se recordará, producen mayores empujes hácia el medio de cada estribo que hácia los ángulos, en que casi son nulos; así es que, en el caso presente, las acciones serian más enérgicas sobre lo abierto, lo débil, é insignificantes sobre los apoyos; y por más que parezca por otras razones conveniente, el defecto señalado es tan grave y su aspecto tan poco satisfactorio, que sólo en circunstancias determinadas se deberá aconsejar su empleo. Las primeras contrarestan bien las acciones interiores sobre el muro de fondo, y dirigiendo sus empujes por los aristones, los llevan exclusivamente sobre los apoyos; en los ángulos salientes y entrantes se acomodan perfectamente á la disposicion del pórtico, que requiere más seccion en los apoyos angulares, si bien se debe observar que en los segundos (los entrantes) están en condiciones mejores, no sólo que en los primeros, sino tambien que en todos los restantes; la altura de clave puede no exceder de la de las aberturas del pórtico cuando éste es de arcada; la elegancia, la expresion monumental, el atrevimiento, en fin, de estas bóvedas, las hacen tambien preferibles á todas las demás (1).

Hemos tomado como ejemplo un pórtico sencillo; la discusion seria casi igual si fuese doble ó múltiplo en general; y las conclusiones idénticas, siempre que haya de rodear ó estar justapuesto á un edificio. Cuando son varios los pisos, se puede repetir lo mismo para todos. Si se tratase de obras aisladas, la cuestion seria distinta; se puede entonces admitir el cañon cilíndrico con arcos fajones, ó la bóveda anular segun la forma de la planta; pero si son de entablamento será preciso duplicar las columnas en sentido de la anchura. Aun en este caso, sin embargo, se usan más y parecen más propias las bóvedas por arista rectas ó anulares.

Sea, como segundo ejemplo, un portal ó porche. Cuando no es una parte exterior semejante á un pórtico, en cuyo caso le son aplicables consideraciones análogas á las del ejemplo precedente; cuando no son los ingresos de las catedrales góticas, cuya disposicion podrá admitir variedad de proporciones, de carácter, expresion y ornato, pero es siempre la misma en su estructura y formas generales que ya hemos descrito; cuando el porche es un verdadero vestíbulo abierto, embebido en la masa del edificio, y sirviendo como de transicion entre las partes exteriores é interiores, entonces la eleccion de las formas y combinaciones más propias de sus bóvedas difiere, en general, poco de la que se haria

(1) Se debe recordar que existen varios modos de generacion de bóvedas por arista, que no son precisamente compuestas de dos cilindros, pero participan de sus ventajas en general.

para los vestíbulos propiamente dichos, que son salas verdaderas.

Las plantas son generalmente rectangulares, y ya sea su extension tal que no necesite apoyos intermedios, ya sea tan grande que los requiera, las combinaciones para cubrirlos son bien sencillas, y no pueden dar ocasion á dificultades sérias, porque limitados por muros contínuos, en una de sus dimensiones por lo ménos, estos pueden servir de estribos para bóvedas esquifadas ó de cañon seguido, sin ó con arcos fajones, ó por arista, con aristones sencillos ó dobles ó nervios multiplicados.

Las primeras podrán no convenir cuando algunos de los estribos que su aparejo exige sean arcos sostenidos por jambas ó cuando sea preciso subdividir el espacio por medio de apoyos intermedios.

Las segundas, para cubrir una superficie no muy extensa, son de utilísima y frecuente aplicacion; á su sencillez reunen las circunstancias de ser susceptibles del grado de riqueza que se quiera; pero si siendo mayores las dimensiones, hay que multiplicar las bóvedas, combinándolas, se presenta la necesidad de los apoyos aislados sosteniendo arcadas; y tanto las leyes de estabilidad práctica como las prescripciones del arte obligarian á la adopcion de piés derechos, cuyo gran volúmen y pesado y desagradable aspecto se oponen á las conveniencias arquitectónicas y al buen efecto artístico.

Las terceras se prestan admirablemente á todos los casos; cuando el espacio por cubrir, sin ser excesivo, fuese tal, sin embargo, que las bóvedas citadas no pudiesen ser esta-

blecidas sin apoyos intermedios, ellas podrán en muchas ocasiones no necesitarlos, lo cual constituye ya una evidente ventaja; y cuando es indispensable combinarlas, por no ser suficiente una sola, siempre se podrá hacer de modo que sus empujes en sentido de las diagonales se destruyan y contraresten, dejando á los apoyos libres de acciones transversales, y sólo sujetos á esfuerzos de compresion. Así, áun en este último caso, se podria admitir sin inconveniente la columna, que es sin duda el más regular, el más bello y el más conveniente de todos los apoyos.

Abiertos anchamente hácia el exterior, los portales y los vestíbulos reciben siempre luces directas; y esta cuestion en nada puede alterar ni altera las conclusiones á que hemos llegado.

Pero lo que sí podria modificarlas es la relacion que se debe observar entre la bóveda que los cubre y las de las otras partes interiores del edificio; porque algunos de los muros que limitan un portal ó un vestíbulo, y que sostienen, en todo ó en parte, su techo, sostienen tambien, en parte ó en todo, los de salas, habitaciones ó dependencias contiguas; y seria torpe no estudiar ó apreciar mal los medios de crear, de hacer nacer empujes en unas capaces de resistir y hacer equilibrio á los que las otras produzcan; á tal beneficio, que asegura economía y que siempre revela racionalidad é inteligencia en una obra, no debe jamás renunciar el arquitecto. Las modificaciones que en este concepto convenga introducir no pueden ser encerradas en el cuadro de una explicacion de carácter general; varian tanto como las circunstancias que las originan; por eso nos limi-

tamos á decir que, conociendo la manera de distribucion de fuerzas en cada clase de bóvedas (primera parte), la solucion particular de este problema en cada caso es asunto de tino, de ingenio, de estudio detenido y de alguna práctica del arte. Ya se habrá comprendido por qué ni hemos mencionado siquiera en este ejemplo las bóvedas cónicas ni las esféricas y sus variedades.

Las escaleras, que tomamos por tercer ejemplo, cuando es la piedra el material que entra en su construccion, pueden estar sostenidas y cubiertas de diversos modos; y si son bóvedas los elementos que se adoptan para ambos fines, veamos de qué manera parece conveniente discurrir acerca de su composicion.

Lo que primero ocurre y está naturalmente indicado, es que cada tramo de la escalera sea en sí una bóveda cilíndrica en bajada, cuyo trasdós escalonado sea la misma sucesion discontínua de las huellas y contrahuellas; y como sobre una misma proyeccion horizontal corresponden, en general, varios tramos, claro es que los muros que sirven de estribos á la bóveda en bajada del inferior, deben continuar por cima de su trasdós para sostener el tramo superior aparejado y dispuesto de igual manera, y así sucesivamente hasta el más alto. Esos muros ó estribos contínuos limitan lateralmente cada série de los tramos que se corresponden en sentido vertical; y las bóvedas á la vez que sostienen, cubren dichos tramos.

Cuando la planta de la escalera es curvilínea ó mixtilínea (caso de tramos curvos de coincidencia), la bóveda será anular en bajada (tornillo), sostenida por muros cilíndricos,

ó una combinacion de la primera y la segunda forma, acomodándose sucesivamente á las partes rectas y curvas de la planta. Si para salvar los inconvenientes, que desde luego ocurren, nacidos de la existencia de los muros ó estribos contínuos, se pensase reemplazarlos por líneas de apoyos enlazados entre sí por medio de arcos, la debilidad propia de tal sistema lo haria inaceptable en las escaleras destinadas á sostener grandes cargas accidentales por la mucha circulacion, como sucede en casi todos los edificios públicos, teatros, museos, palacios, etc., etc.; en escaleras de otra clase se podria, sin duda, admitir la indicada sustitucion y aparejar bóvedas por arista en bajada ó anular (tornillo) por arista, ó combinaciones de ambas; pero estas últimas complicaciones deben ser siempre evitadas como contrarias, en general, á la economía, solidez y buen aspecto.

Para sostener los tramos se emplean con mucha frecuencia las bóvedas cilíndricas horizontales de directriz por tranquil; pero esta solucion, muy admisible para un sólo tramo en sentido de la altura, no lo es cuando verticalmente se corresponden varios, y su uso se limita entonces á los inferiores de cada série vertical de tramos; tampoco es aplicable á plantas curvilíneas ni mixtilíneas.

Las bóvedas planas en pendiente (que muchos llaman *dinteles en rampa)*, además de los inconvenientes anteriores, tienen el de ser de muy difícil y costosa ejecucion, y requerir siempre para la debida solidez el auxilio del hierro ó de complicadas, y despues de todo, frágiles crucetas.

Los cilindróides, y algunas variedades de conóides, re-

unen en mayor grado los defectos señalados á las dos formas precedentes, y sus intradoses alabeados presentan un aspecto que es muy poco satisfactorio á la vista; pero los helizóides de plano director horizontal son de muy usual y conveniente aplicacion en plantas curvas, ó sólo para los tramos curvos de union entre dos rectos consecutivos. Cuando estas últimas superficies son los intradoses, los peldaños son las dovelas de la bóveda, y su trasdós está formado por las huellas y contrahuellas; los muros exterior é interior cilíndricos (1), ó, cuando la caja de la escalera es reducida, el primero y un espigon central, son los estribos; así es que se presenta en los casos (los más frecuentes) de más de una revolucion, la sensible necesidad de prolongar verticalmente los muros para sostener las partes superiores.

En edificios no monumentales, aunque de cierta importancia relativa, y en casi todos los privados, se acostumbra construir en varias provincias de España para sostener los tramos rectos de escalera bóvedas tabicadas cilíndricas de directriz por tranquil, formadas con dos capas, y á veces hasta una sola de ladrillos y yeso de excelente calidad, y que produce una trabazon casi monolítica. Sus apariencias son de atrevimiento y elegancia; y se puede aconsejar su aplicacion en ciertas circunstancias.

De todos ó la mayor parte de los procedimientos explicados para sostener los tramos rectos ó curvos de las escaleras,

(1) Tambien pueden ser los muros exteriores rectos, los mismos que limitan una planta cuadrada ó rectangular. Entonces el helizóide se extiende hasta sus paramentos y el cilindro en que está la hélice directriz exterior es tangente á dichos paramentos.

se puede seguramente hacer uso sin faltar á los sanos preceptos del arte, y numerosos ejemplos de importantes monumentos lo confirman; pero adolecen de un defecto comun, sobre todo cuando son necesarios muchos tramos superpuestos en la reparticion de que nos hemos ocupado extensamente al tratar de la manera de hacer los proyectos de esa importantísima parte de los edificios. El defecto á que nos referimos es la necesidad de los estribos interiores, que con los muros de caja sostienen las bóvedas; porque esos estribos, si son contínuos, constituyen una masa pesada y costosísima de fábrica que ahoga el campo de la obra, limita y obstruye la libre circulacion y comunicacion en los pisos bajos, y cierra el espacio llamado *ojo,* haciéndole inservible para todo destino, y reduciéndolo á una especie de pozo dentro del edificio; y si son de apoyos aislados los estribos, ya hemos dicho que la disposicion es y parece débil en el mayor número de casos. Nos inclinamos, pues, á creer, en general, preferible el sistema de escaleras suspendidas por medio de zancas, que con los muros de caja, y jugando el papel de piezas inclinadas, sostienen perfectamente las escaleras y trasmiten, como hemos explicado, las acciones que reciben á los puntos firmes del terreno de que parten, sin fatigar las otras partes de la construccion. Nada más necesitamos decir sobre detalles de esta última disposicion, ya estudiada en la leccion anterior; pero sí importa añadir que no se la debe mirar como exclusiva y absoluta, y que sus indudables ventajas no deben, sin prévio y particular exámen en cada caso, servir para proscribir ni áun olvidar las otras soluciones, cuyos defectos dejamos brevemente indicados.

Acabamos de discurrir acerca de las disposiciones empleadas para formar y sostener cada tramo de escalera, y aunque hemos empleado la palabra cubrir, lo hemos hecho en el concepto de que la superficie inferior de aquel es un techo, de forma plana ó curva, del que le corresponde debajo, cualquiera que sea el sistema que se adopte. Pero esto no es más que una parte de la cuestion, y tal vez la más sencilla para el arquitecto; lo más importante, y lo que seguramente más reclama sérias meditaciones y exámen inteligente, es la manera mejor de cubrir ese conjunto de tramos y de espacios huecos que completa en todo la parte de edificio consagrada al desarrollo íntegro, en plano y en perfil, de la escalera. Es de lo que vamos á ocuparnos ahora, es decir, de las bóvedas con que se han de cubrir las cajas.

Pueden ser aisladas, formando cuerpo separado y exclusivo, ó en union con los vestíbulos que las preceden constituir entre las dos partes una sola pieza que las abrace sin sacrificar ninguna de ellas. En ambos casos la planta es casi siempre rectangular ó cuadrada, y los cuatro muros que la cierran son en general robustos, y necesitan serlo, no sólo por el destino que algunos de ellos tienen en la construccion general, sino tambien por la carga de los tramos de escalera que en gran parte deben sostener. Se trata, pues, de examinar hasta qué punto podrá el arquitecto sacar tan buen partido de los recursos que la ciencia le ofrece, que con el menor aumento posible (con ninguno tal vez) de espesores, y de gasto en los muros, los aproveche para sostener sin ó con ayuda de apoyos aislados la bóveda ó sistema de bóvedas que trata de proyectar ó componer. Las consideraciones siguientes acaso despejarán algo la vaguedad de este enunciado.

De los cuatro muros que limitan el rectángulo ó cuadrado, en plano, dos corren en sentido de la longitud del edificio, y los otros dos son transversales, es decir, corren en sentido de la anchura. Las formas que se presentan primero á la imaginacion como las más propias y adecuadas para el caso son: la bóveda cilíndrica ordinaria en direccion longitudinal ó transversal, la bóveda por arista, la esquifada, la plana ó adintelada, y la vaída, no creyendo necesario detenernos á explicar por qué excluimos del exámen las demás formas conocidas.

Sea, primero, un edificio de simple fondo, es decir, que no tiene más que dos muros longitudinales, que son de fachada anterior y posterior, los que con dos transversales cierran la planta rectangular.

La bóveda cilíndrica longitudinal produce empujes tanto más fuertes, cuanto más rebajada es su directriz, sobre las fachadas, y en nada fatiga los transversales; si aquellas están precedidas de pórticos, se podrá tal vez contrarestar bien la accion de dichas fuerzas; pero habrá indudable anomalía en que la disposicion sea tal, que sean nulas las acciones sobre los otros dos, y en que estos, inútiles de ese modo, en nada contribuyan á aliviar á los primeros; si no hay construcciones exteriores, la estabilidad de las fachadas, debida sólo á su peso, habria de aumentarse, porque seria la única accion resistente capaz de oponerse á los empujes, y entonces ya no habria sólo anomalía, sino evidente torpeza en el proyecto.

Si la bóveda cilíndrica está en direccion transversal, quedan libres de toda accion las fachadas, y totalmente fatigados los perpendiculares á ellas; esta desigualdad podrá no ser tan inconveniente porque la resistencia será, en general, eficazmente favorecida por fuerzas contrarias, fáciles de crear en las partes contiguas á la caja. Pero ni uno ni otro aparejo se prestan á dar luz superior, que en algunos casos es útil para las escaleras, porque no se puede practicar abertura alguna en las hiladas sin destruir el equilibrio de la bóveda.

Las bóvedas por arista tienen este último defecto, que es de importancia para cubrir escaleras, en medio de otras ventajas conocidas.

Las vaídas, cuyo aparejo permite el establecimiento de lumbreras en su parte superior, sólo se acomodan bien, como ya hemos dicho, sobre plantas cuadradas.

Las bóvedas planas podrian, sin duda, ser aparejadas del modo conveniente para permitir el vano superior; pero cuando la planta es espaciosa, estos aparejos, sobre ser muy complicados y costosos, requieren el auxilio de las áncoras y grapones para ser suficientemente sólidos.

La bóveda esquifada es la que parece reunir en la mayor parte de las aplicaciones todas las condiciones requeridas; sus relativamente débiles empujes se reparten sobre los cuatro muros; se acomodan á la planta rectangular como á la cuadrada; admiten bien la luz superior, y pueden, finalmente, ser tan rebajadas como se quiera ó convenga.

Sea, ahora, un edificio de doble, triple, ó en general, múltiple fondo, es decir, que además de las fachadas tienen muros de traviesa longitudinales. La planta por cubrir estará comprendida entre dos traviesas, en general, y así hemos manifestado que convendrá en muchos casos proyectar las escaleras; se comprende, pues, que desaparecen ahora algunas de las dificultades del caso anterior, porque los empujes encuentran por todas partes masas de edificacion, que presentan mucha mayor estabilidad que los sencillos muros, por robustos que sean, y además, y sobre todo, porque en cualquiera direccion que las bóvedas los produzcan será siempre posible contrarestarlos con otros empujes de las partes ó cuerpos de edificio adyacentes. La forma cilíndrica longitudinal no es ya tan desventajosa; sus acciones son fácilmente contrariadas, y en igual caso aparecen las transversales; pero en una y otra disposicion hay dos muros inútiles para resistir, porque sobre ellos no se dirige esfuerzo alguno, más que una pequeña parte del peso; y subsiste el inconveniente de no poderse abrir estas bóvedas en su parte superior. Siguiendo el mismo órden de la discusion que hemos hecho para el otro caso, vendrémos á reconocer las ventajas generales de la forma esquifada como antes.

Cuando el vestíbulo y la escalera forman una sola pieza, que será en general de vastas proporciones, se acostumbra cubrir la planta total por un sólo sistema de bóvedas y apoyos, cuyo conjunto producirá sobre los muros del contorno fuerzas que es fácil determinar en intensidad y direccion, y á las cuales es preciso oponer las que una inteligente y hábil composicion sepa preparar, por medio del proyecto, en el sentido y con la intensidad necesarios para el equilibrio práctico.

Si miramos ahora las soluciones indicadas bajo el aspecto artístico, no se puede dudar que la disposicion de bajadas con estribos contínuos es triste, lóbrega; el que recorre la escalera se siente como encerrado, y si trata de extender su vista ó sus movimientos en cualquiera direccion, los detiene la presencia de un muro monótono y pesado; la de bóveda por arista en bajada sobre apoyos, si bien salva en parte el mal efecto anterior, no deja, en general, altura bastante sobre la cabeza, porque la dimension vertical está casi siempre impuesta y limitada por razones de necesidad ó conveniencia; las bóvedas anulares en bajada (tornillos), y sus variedades presentan, en mayor grado, los defectos de las bóvedas ordinarias, y si bien en algunos casos particulares cuando la forma de la planta las exija, son usadas y hasta podrian ser de tal modo proyectadas que hiciesen buen efecto, seria éste pésimo cuando se descubriese que para dar á la obra formas insólitas y violentas (segun algunos, elegantes) se habia dado tormento á las líneas de un plano, se habian alterado los perfiles, se habian creado irregularidades infundadas.

La razon debe siempre encontrar y los ojos ver claramente la necesidad de toda complicacion de formas en arquitectura para que agrade; pero si esa necesidad no existe, ó no es natural, sino facticia, si no se muestra ostensiblemente, el efecto está perdido; la razon y el buen gusto la rechazan.

Todas las demás bóvedas empleadas para cubrir las escaleras son susceptibles de bella apariencia y de una exornacion apropiada; y no necesitamos insistir sobre la elegancia

y arrojo de las bóvedas por arista, la severa sencillez de las cilíndricas, las cualidades de la esquifada, el carácter monumental é imponente de las esféricas, etc., etc. Sólo dirémos, para concluir con este ejemplo, que cuando una gran escalera y el vestíbulo que la precede están cubiertos por un solo sistema de bóvedas, y éstas sostenidas por apoyos bien distribuidos, que no debiliten la luz, quebrándola, que no impidan la vista, deteniéndola, que no embaracen la circulacion, obstruyéndola, esa disposicion ámplia, desahogada, grande, es de excelente efecto, y muy propia para edificios públicos. Será casi siempre conveniente adoptarla cuando para ello no sea preciso sacrificar necesidades ó conveniencias importantes de la construccion.

Vamos, finalmente, á considerar, como último ejemplo, las salas.

Prescindirémos aquí de los casos muy poco comunes, en que la forma circular ó la elíptica de la planta imponen la necesidad de recurrir á las bóvedas de revolucion de eje vertical, ó á las elípticas, destinadas las primeras á cubrir esos edificios ó partes de edificio llamados rotondas, y las segundas ciertos salones que algunos autores quieren encontrar llenos de majestad y grandeza. Y téngase entendido que al hacer esta exclusion no rehuimos el tratar esta aplicacion, en que con gusto entraríamos á desarrollar nuestro pobre juicio; la hacemos porque nos parece asunto de estructura, de aparejo, estudio concreto y especial, ajeno del más general de composicion que ahora estamos haciendo.

Tomarémos como punto de partida las formas rectangular y cuadrada, que no sólo son las más comunmente em-

pleadas, sino tambien, con raras excepciones, las más convenientes.

Las bóvedas indicadas para cubrirlas son las mismas que ya hemos citado en los ejemplos anteriores: cilíndricas ordinarias (cañon seguido), por arista, esquifadas, vaídas y adinteladas ó combinaciones de dos ó más de estas especies.

En edificios de simple fondo, si la anchura de la sala es la misma interior de aquel, y por consiguiente la limitan dos muros de fachada y otros dos perpendiculares, el exámen es sencillo: el cañon seguido longitudinal es admisible si la forma del plano es rectangular, porque, áun sin la existencia de pórticos ni contrafuertes, la estabilidad de los muros de fachada hace casi innecesario un aumento de espesor para resistir los émpujes; y no es en este caso tan chocante que los muros transversales, á veces sencillos tabiques de distribucion, no contribuyan al sostenimiento de la bóveda, como dijimos que lo era en los vestíbulos y cajas de escalera, en donde esos muros transversales, por otras razones, ya debian tener, y tienen siempre, cierto grado de robustez é importancia. Por otra parte, la mayor dimension longitudinal de la sala rectangular, realza el carácter de los muros de fachada, y disminuye el de los otros en el sistema de la construccion. Pero si es cuadrada la sala, y si los muros transversales adquieren una importancia regular, la forma cilíndrica longitudinal parece desde luego impropia. Y como en ambos casos seria viciosa la bóveda cilíndrica transversal (lo cual es innecesario explicar), se podrá, ó mejor dicho, se deberá examinar las otras formas indicadas, pues es preciso convenir en su mejor aptitud para cubrir espacios cuadra-

dos, ó próximamente tales, porque se reparten con igualdad sus empujes sobre los cuatro muros, ó sobre los ángulos que forman.

Se debe observar con cuidado que las salas largas, cuando no tienen el carácter de galerías, constituyen una disposicion contínua, que no puede ser interrumpida ni dividida en el sentido de la longitud en partes susceptibles de admitir cada una, una bóveda por arista, ó esquifada ó vaída. Será, pues, en general, más ventajosa y propia en tales circunstancias, la bóveda contínua de cañon seguido; y no nos detenemos en examinar la plana ó adintelada porque los defectos que presenta son siempre los mismos, é independientes de la parte de edificio á que se quiere aplicarlas.

En edificios de fondo múltiple, en que las traviesas longitudinales separan varios cuerpos paralelos justapuestos, podrá la sala ocupar en anchura sólo uno de los cuerpos intermedios, y entonces será una pieza de las que se llaman comunmente céntricas, ó sólo uno de los extremos hácia las fachadas, en cuyo caso las condiciones difieren poco de las de edificios de simple fondo, ó bien á la vez varios de los cuerpos ó todos ellos, y en esta disposicion el estudio de la manera de cubrir suele ofrecer sérias dificultades.

Las salas céntricas se presentan siempre en favorables condiciones para que los empujes de sus bóvedas sean fácilmente contrarestados por las de los cuerpos laterales, y si éstos no están abovedados, por la resistencia que con su estabilidad oponen grandes masas de edificacion. Si se excluyen, pues, las cilíndricas transversales y las planas por las razones antes dichas, la forma de la planta (rectangu-

lar ó cuadrada), y consideraciones artísticas podrian dejar cierta latitud en la eleccion, si no viniese en este caso á mediar y hasta tal vez á decidir el punto la cuestion de la luz.

Como los muros que limitan en anchura la sala son interiores, y como los otros pueden tambien serlo, y áun sin serlo pueden hallarse á mucha distancia del centro, la sala no puede recibir toda la luz que necesita sino de la bóveda; de manera que, si se quiere ó conviene luz de lumbrera, sólo la pueden dar la bóveda esquifada y la vaída, que por otra parte se avienen mal á las plantas rectangulares contínuas algo largas; y si se quiere luz lateral, se podrá adoptar la bóveda de cañon seguido con lunetos cilíndricos ó cónicos (siempre de aspecto desagradable), ó bóvedas por arista, que tampoco se prestan bien á cubrir espacios de gran longitud sin subdividirla; pero se debe tener presente que estas dos últimas soluciones exigen que la bóveda céntrica de que se trata sea más elevada que la de los cuerpos contiguos, sin lo cual no serian posibles; y tal diferencia de alturas, fácil de proyectar en ciertos edificios, es en otros inconveniente y hasta imposible. Hé aquí una série de dificultades, cuyo exámen y apreciacion deben ser hechos *á priori*, para que al tratar de vencerlas no se sacrifiquen condiciones acaso más necesarias; porque en el estudio del proyecto en conjunto, es forzoso, es ineludible discurrir á la vez sobre todo; no dejar por detrás ningun problema olvidado; no aplazar, no diferir la solucion de otros para más adelante.

Pasemos ahora al caso de ser la sala tan espaciosa que necesite su anchura abarcar las de varios cuerpos á la vez;

y miremos primeramente la cuestion bajo el punto de vista mecánico. En la parte comprendida en la longitud de la sala dejan los muros de traviesa de ser contínuos y se convierten en líneas de apoyos aislados que separan, sin aislar unos de otros, los cuerpos longitudinales. Lo más frecuente, y casi siempre lo mejor, es que el número de cuerpos sea impar, tres ó cinco, y casi nunca más; los extremos vienen generalmente á descansar sobre las fachadas; la nave central es siempre la más ancha. Si los apoyos aislados son columnas, por ejemplo, siendo bóvedas de cañon seguido longitudinales las adoptadas para cubrir, el sistema es y parece débil; pero si son piés derechos, ó pilares formados de columnas agrupadas en haz, y unidos por medio de arcos, aquel defecto desaparece y el sistema es perfectamente racional. Los empujes de la bóveda central encuentran en la estabilidad de las naves laterales una resistencia considerable, aumentada por el contraresto debido á las fuerzas contrarias desarrolladas por las bóvedas que las cubren; los de estas hácia el exterior son á su vez resistidos por las naves siguientes, etc., y así viene á resultar una trasmision sucesiva de esfuerzos hasta el muro de fachada, que limita la sala entera en sentido de la anchura; será, pues, preciso que se dote á éste de una firmeza proporcionada por los medios que ya conocemos. Mas en sentido de la longitud, con esta disposicion, las acciones son nulas, y ya que los apoyos deben tener mucha solidez, se vé cómo queda sin ser aprovechada en una direccion, haciendo cargar todas las acciones en la otra: esto es anómalo, y aún más, es poco artístico; en efecto, para que hubiera racionalidad se deberia dar á los apo-

yos una seccion rectangular con el lado mayor en direccion transversal y el menor en direccion longitudinal; la forma seria en extremo desagradable, y si para salvar este mal efecto se uniforma la seccion, se la regulariza, igualando sus dos dimensiones, se cae en el siguiente dilema: ó exceso de construccion y de robustez y costo inmotivado en un sentido, ó deficiencia en el otro. Lo primero es torpe; lo segundo es imposible. Tratándose de salas de grande extension, que es el caso actual, no podemos remediar el mal combinando la bóveda ó bóvedas del cuerpo ó cuerpos centrales en sentido de la longitud con las inmediatas estableciendo estas en direccion transversal, porque si bien es verdad que las últimas servirán de poderosos contrafuertes á las primeras, no lo es ménos que las fachadas, siempre fuertes por el mero hecho de ser fachadas, no vendrian á contribuir en nada á la resistencia del conjunto; y además el aspecto de esos intradoses en direcciones perpendiculares, la amplitud y continuidad de unas superficies y la pequeñez y discontinuidad de otras, son ciertamente motivos bastantes para desechar el indicado proyecto en la mayor parte de los casos.

No presentan estos defectos las bóvedas por arista, las esquifadas y las vaídas. Divídase, en efecto, la planta rectangular ó cuadrada de la espaciosa sala que consideramos en cierto número de partes por medio de ejes paralelos á sus lados, unos en sentido transversal, otros en sentido longitudinal, y estos últimos trazados de modo que quede una division en el medio para nave central. Bien se comprende que dichos ejes estarán ó no equidistantes, segun el destino y

el carácter de la sala; de todos modos, cruzándose, formarán una série de rectángulos parciales, y sus intersecciones señalarán los centros de seccion de los apoyos, que formarán líneas en direccion de cada eje. Levantados dichos apoyos y unidos de dos en dos, en todos sentidos, por arcos, será siempre posible cubrir cada rectángulo por una de las tres especies de bóvedas indicadas. Cualquiera de las tres dirige sus empujes á los ángulos, es decir, á los apoyos, y claro es que si el proyecto, en términos generales, está bien concebido, las acciones de unas serán contrarestadas por las directamente opuestas; y de ese modo un apoyo intermedio, cualquiera, solicitado por un número par de fuerzas iguales y contrarias de dos en dos, y que convergen á su eje, estará sólo sujeto á la compresion debida á la parte de peso que le corresponda sostener, y que es una nueva fuerza resistida por la naturaleza del material empleado, y por una seccion que, para ese sólo objeto, puede, siendo uniforme, ser aún más pequeña de lo que por razones de conveniencia artística se suele asignarles. En cuanto á los apoyos extremos, únicos en que no tiene lugar esa mútua destruccion de empujes, veamos cuáles son, en dónde y cómo están situados, y de qué modo reciben y resisten aquellos esfuerzos. Los apoyos extremos están en los mismos muros que forman el contorno de la sala, de los cuales los dos longitudinales son casi siempre de fachada, y á veces tambien los transversales; pero áun suponiendo que no lo sean, es fácil ver que la composicion de bóvedas se puede extender en este segundo caso más allá de los límites de la sala, y que en todas circunstancias será en definitiva á las fachadas ó á muros fuer-

tes de la construccion á donde irán á ejercer su accion los empujes no contrarestados por otros empujes.

Si el proyecto del plano está bien hecho, si las posiciones de los ejes antes trazados están bien determinadas, es natural que los apoyos sean pilastras, pilares ó columnas empotradas, que harán los oficios de cadenas verticales ó contrafuertes en medio de los entrepaños, que son las partes del muro no debilitadas; á ellos, pues, concurrirán fuerzas convergentes, cuyas resultantes, para cada dos de las bóvedas extremas, no son bastante intensas para requerir aumento considerable de espesor en el muro que recibe su accion. Y entiéndase bien que su poca intensidad relativa procede de que no es el efecto de una trasmision y acumulacion sucesiva de empujes, sino solamente el de los que producen sobre cada apoyo dos cuartos de bóveda contiguos. La disposicion parece, pues, muy recomendable bajo el punto de vista mecánico.

Como no hemos fijado ni pretendido determinar las magnitudes correspondientes á las divisiones hechas en los lados del rectángulo para el trazado de los ejes, es claro que no será más que un caso particular de la disposicion anterior aquel en que se reserva hácia el centro de la planta total un espacio cuadrado más grande, sobre cuyos vértices se levantan apoyos más robustos que los demás, y que sostienen una gran cúpula sobre pechinas, ó una atrevida bóveda por arista con nervios multiplicados, etc., etcétera (1).

(1) Véase la primera parte, *Bóvedas.*

Miremos ahora la cuestion bajo otro punto de vista esencialísimo. Las grandes salas que requieren el establecimiento de apoyos aislados intermedios, ya estén limitadas por muros interiores del edificio, ó ya por exteriores de fachada, no pueden en el primer caso recibir luz directa por vanos abiertos en dichos muros, y la reciben muy desigual en el segundo, en que las naves más próximas al contorno están mucho mejor iluminadas que las del centro, á donde llega la luz quebrada por numerosos cuerpos que la dividen. Habrá, pues, necesidad de practicar aberturas ó penetraciones en las bóvedas de la nave central, que, siendo la más importante, es la ménos favorecida.

En las bóvedas de cañon seguido los lunetos constituyen el único recurso posible; pero su construccion exigirá que la altura de las bóvedas inmediatas sea inferior á la de la central. Las bóvedas por arista permitirán reemplazar esas penetraciones complicadas por ventanas abiertas en muros que cierren dos de sus arcos de seccion recta; mas es tambien preciso que haya desigual altura. Las esquifadas y vaídas salvan toda dificultad, porque admiten lumbreras en su parte superior.

Veamos, finalmente, las consideraciones artísticas. De todas las formas de bóvedas que entran en la composicion de una sala, unas se acomodan á ciertas expresiones generales, y otras no; saber distinguirlas en este concepto seria acaso fácil; pero lo que ciertamente no es sencillo, y muchas veces ni posible, es conciliar, armonizar la expresion con las condiciones que impone el juego mecánico de las fuerzas, y las que tambien exigen otras conveniencias, sin

sacrificar ninguna. En la imposibilidad de tratar de un modo general esta cuestion, basta dejarla apuntada para que se sepa que en cada caso es preciso renunciar á alguna ventaja, á trueque de evitar algun inconveniente, y que unas á otras exigencias se hagan concesiones mútuas. Y ya que nunca serán completa y perfectamente satisfechas todas á la vez, el génio del artista es y será siempre la balanza en que se ponderen esas indispensables compensaciones.

Viniendo, pues, á un punto más concreto, podrémos decir que la bóveda cilíndrica admite perfectamente la decoracion arquitectónica, y áun la de pinturas y esculturas, cuando la longitud de la sala no es considerable; mas en el caso contrario, en una galería, por ejemplo, es preciso reconocer que los casetones, todos iguales, extendidos en largas líneas, y no interrumpidos ni variados por accidente alguno, no son de agradable efecto; hay monotonía, igualdad, falta de movimiento. Aconsejan por eso algunos que se rompa esa monotonía por medio de arcos fajones figurados en saliente hácia la sala. Y ocurre naturalmente preguntar si, ya que se apela á una expresion figurada, no valdria más elegir otras formas de bóvedas que no impongan, bajo el punto de vista artístico, la necesidad de acudir á esos recursos.

Los arcos fajones no son ménos socorridos cuando la decoracion es pintada ó esculpida; porque es preciso, ya lo hemos dicho, limitar el campo al pintor ó al escultor, si no se quiere que la bóveda deje de parecer bóveda para convertirse en cuadro; pero volvemos á preguntar: si en esta forma hay que fingir divisiones y límites, ¿por qué no escoger otras que no requieran esa ficcion?

Todas las otras bóvedas que hemos examinado, como propias para cubrir salas, se prestan mejor á producir un buen efecto, porque además de ser más variada la decoracion arquitectónica que nace y se deriva naturalmente de su estructura, son todas ellas susceptibles de las más elegantes expresiones; las bóvedas por arista, de infinitos tipos y especies diferentes, desde la sencilla de dos aristones cruzados hasta las más complicadas del estilo ojival, con su inmensa red de nervios entrelazados y tejidos como delicado cendal; las esquifadas, ya completas, ya horadadas por hermosas lumbreras de cristal que inundan de luz las naves, ya rematadas en bóvedas planas de corta extension, y por lo mismo, de magnífico aspecto; las vaídas, en fin, alzadas sobre pilares esbeltos y grandes arcos torales, exornadas por sus pechinas y coronadas por el casquete ó la cúpula, ya abierta en su clave, para dar paso á la luz, ó ya cerrada en lo alto, afectando la forma regular y redonda de la esfera, la más bella, la más serena é imponente de todas las formas: la del cielo.

Poco es seguramente lo que, con tales recursos, tiene que pedir la arquitectura á las otras artes auxiliares para integrar la expresion decorativa de las bóvedas; pero si las llama en su auxilio, no necesitará por cierto dibujar límites ni fingirlos; ya existen en la misma obra, y ya son de suyo bastante acentuados para circunscribir el campo al pincel y al cincel, y no temer que estos invadan y desnaturalicen los perfiles de aquellos límites, porque de hacerlo perderian infaliblemente la belleza de sus propias creaciones; y su interés particular (áun suponiendo que aspiren á independencia) está en lo contrario.

Parece, por consiguiente, que bajo cualquier punto de vista que la cuestion se mire y se discuta, las bóvedas vaídas, esquifadas y por arista serán, en muchas, en la mayor parte de las circunstancias, preferidas á las cilíndricas de cañon seguido, para cubrir las salas. ¿Se infiere de aquí, por eso, que semejante conclusion envuelve la proscripcion de estas últimas bóvedas para dicho objeto? No; de ninguna manera; y si alguna persona así lo entendiese, estamos dispuestos á reconocer que habrémos desarrollado mal nuestro pensamiento, si no podemos suponer que ha leido con poca fijeza nuestras palabras. Creemos que habrá casos en que un arquitecto de mérito, procediendo con perfecta razon y excelente consejo, las prefiera á las otras. ¿Ni cómo fuera posible de otro modo, cuando las ostentan y son su principal ornamento y gala, monumentos de primer órden, gloria de los grandes é ilustres génios que los levantaron, y admiracion de los que les siguieron?

Hemos querido solamente enseñar cuál es el camino que se debe seguir en cada caso para el estudio, el exámen de las difíciles, graves y complexas cuestiones que entraña el problema de la disposicion de bóvedas, uno de los que más poderosa influencia tienen en los altos fines del arte que estamos aprendiendo.

Un hermoso ejemplo de composicion presenta la gran basílica de Constantino, obra de los Romanos. Comenzada por Maxencio y acabada por su vencedor, cuyo nombre lleva, corresponde á la época de mayor decadencia del arte romano, y fué, sin embargo, una de sus más grandes é imponentes producciones. Es, segun la restauracion que de ella

dá Reynaud, una inmensa sala rectangular de cerca de 100 metros de longitud por 65 de anchura, dividida en tres naves longitudinales de 25 metros la central y 10 cada una de las laterales. Los testeros de la basílica son muros de gran fuerza y robustez, y aunque algo debilitado el del frente por dos grandes aberturas, que no tiene el posterior, está robustecido por un porche que le precede y abraza toda la extension horizontal de la fachada. Los muros longitudinales, al contrario, no ofrecen gran resistencia, pues además de su poco espesor relativo, hay en ellos gran número de vanos.

Está dividida la longitud de la sala en tres partes iguales, y marcan esas divisiones dos líneas de apoyos; de modo que no hay en toda su extension más que dos apoyos á cada lado de la nave central, y dos muros transversales en cada una de las laterales. Sobre los cuatro primeros y sobre los aplicados en los texteros, se levantan tres bóvedas por arista colosales; y sobre los cuatro segundos y los mismos texteros, seis bóvedas cilíndricas de cañon seguido en direccion transversal.

Sin esfuerzo se vé la inteligencia que ha debido presidir á esa hábil y sencilla composicion; los empujes de las bóvedas por arista sobre los apoyos intermedios son contrarestados por los muros, que sostienen las cilíndricas de las naves laterales; y esta fuerza resistente, no sólo está favorecida por su posicion, sino tambien aumentada por el peso de estas últimas bóvedas, cuyas acciones horizontales se destruyen; los empujes que ejercen las bóvedas extremas de la nave central, como los que producen las adyacentes, son resistidos y bien equilibrados por la firmeza de los texteros.

No habiendo, como no hay, necesidad de macizos continuos en los costados, sobre los cuales no actúa fuerza horizontal alguna, existen grandes vanos en ellos, que, dando acceso fácil y ancho á la basílica, bañan de abundante luz todos sus ámbitos. Finalmente, las diferentes formas de las bóvedas, lejos de perjudicar al efecto artístico, lo realzan por sus grandes proporciones, su distinto objeto y carácter, el pequeño número de apoyos, y su relativa ligereza, porque hasta los mismos muros que no sufren más que peso, pueden tener, y tienen en efecto, grandes pasos abiertos para dejar libre, franca y expedita la circulacion en todos sentidos.

Otro admirable ejemplo de composicion presenta la gran iglesia de Santa Sofía, obra maestra de la arquitectura bizantina. La forma de su plano es rectangular; sobre los vértices de un cuadrado central se alzan cuatro pilares, cada uno de los cuales vuelve hácia el centro una arista viva vertical, y que enlazados por los grandes arcos torales de medio punto sostienen la cúpula sobre pechinas, inmensa y arrogante, que domina y es como el alma de toda la construccion; de manera que esa bóveda colosal, que no parece unida á los pilares más que por los vértices inferiores de las pechinas, puntos de interseccion de cada dos arcos torales contiguos, y remate más alto de la arista viva de cada pilar; esa bóveda, que no presenta ningun otro apoyo á la vista, creeríase que está sostenida milagrosamente en el espacio.

Dos semibóvedas esféricas, cuyas secciones verticales máximas son los mismos arcos torales de la cúpula, normales á la direccion del eje longitudinal de la iglesia, cubren todo el espacio restante de la nave central, y cada una de ellas está sostenida por dos pilares intermedios, ménos robustos que los primeros. Entre aquellos y estos se abren hácia la gran nave nichos sustentados por columnas; otro gran nicho entre los dos pilares menores de la parte posterior de la nave se abre sobre la semibóveda de atrás por el intermedio de un pequeño cañon cilíndrico (arco abierto entre aquellos), y con otro pequeño cañon análogo se descarga la semibóveda de delante en el gran vestíbulo y porche, cubiertos con variedades de bóvedas por arista.

En el sentido de la anchura vemos las dos naves laterales cubiertas con bóvedas por arista, análogas á las del porche y vestíbulo, y en el medio de cada una un espacioso ingreso abovedado en cañon cilíndrico.

Hé aquí el admirable conjunto de cúpulas sobre cúpulas y de bóvedas por arista que constituye la parte más interesante de esta grande obra. Y no hay más en realidad que ocho apoyos; pero ¡con qué inteligencia están concebidos! Las naves laterales ¡qué bien llenan su objeto de aliviar los pilares sin cargar en nada las fachadas! Señala este monumento el principio de un brillante período de la historia del arte; y apenas se concibe que tan atrevida, tan temeraria combinacion de bóvedas fuese el producto de un estilo que en cierto modo con ellas nacía.

Pero esa temeridad, esa osadía, léjos de ser contrarias al buen efecto artístico y á los preceptos de la ciencia, realzaban el primero y estaban en armonía perfecta con los segundos; fué preciso para conmover la solidez de la obra el sacudimiento de un terremoto; cayó gran parte de la cúpu-

la, y al repararla fueron los pilares reforzados con gruesos macizos, que sin duda los privaron de esa sorprendente ligereza que constituia antes su más precioso ornamento.

El recuerdo de las bóvedas levantadas en las catedrales de la Edad media puede servirnos de tercer ejemplo digno de estudio. No repetirémos ahora lo que ya hemos indicado en la primera parte de estas lecciones (proporciones de bóvedas); mas ya que allí, al ocuparnos sólo de un elemento de arquitectura, hemos descubierto y dado á conocer la grande habilidad con que los arquitectos de esa época resolvieron difíciles problemas de equilibrio, creemos que es aquí oportuno abrazar la solucion en conjunto, y analizarla como ejemplo de composicion.

Nuestra opinion, que difiere esencialmente de la que podria suponernos quien sólo recuerde ciertas calorosas frases de admiracion que algunas veces hemos vertido en el curso de este trabajo, va á ser ahora plenamente desarrollada, porque estamos en el deber de fundarla sólidamente, siquiera no sea más que para prevenirnos contra la reprobacion de tantos adoradores incondicionales de ese período del arte. No fijarémos nuestro exámen en las disposiciones del estilo romano-bizantino, en que todos reconocen, formas complicadas, difíciles, costosas, y de muy mal efecto en sus bóvedas compuestas de cilindros y cilindróides de distintas directrices; tampoco lo fijarémos en las de transicion (siglo XII), en que las bóvedas por arista son, no el resultado del encuentro de dos cilindros, sino el de dos superficies de directrices ojivas y generatriz curvilínea, y en que los botareles son todavía medias bóvedas de cañon aplicadas á los estribos y cu-

briendo galerías y naves laterales; vamos á fijarnos en las de esa época que debemos considerar como el apogeo del estilo ojival, y que son las que en la primera parte hemos descrito. Veamos si satisfacen cumplidamente: primero, á los preceptos de la construccion, en solidez y economía; segundo, á las conveniencias arquitectónicas, y tercero, á las condiciones artísticas.

1.° Si, guiados por la luz de la razon, sometemos á un análisis imparcial ese sistema de bóvedas que empujan, de botareles que trasmiten los empujes, y de contrafuertes que resisten con el auxilio de altísimas pirámides superiores, descubrimos, ante todo, que el sistema, por responder á una idea, á una expresion, no responde á las necesidades de la construccion; porque los botareles no son sólo elementos de resistencia, producen tambien esfuerzos temibles y acciones que podrian ser peligrosas; volados como están en el espacio, y expuestos á mil causas de ruina, si fueron bien calculados y establecidos al principio, vienen luego á ser débiles ó ineficaces, y entonces la obra perece; ellos son el alma de la composicion, mecánicamente considerada, y sin embargo, constituyen la más expuesta, la más desamparada de todas sus partes. Si de los botareles pasamos á los contrafuertes, cuyas proporciones, para que respondan á la idea dominante, no les aseguran bastante estabilidad propia, verémos que se consigue ésta con las altas pirámides, que son de suyo frágiles, y queriendo asegurar á los primeros fuerza, solidez, resistencia, carecen ellas mismas, por su propia esencia, de esas cualidades indispensables.

Penetremos dentro de la nave, y veamos si la bóveda

principal está más en armonía con los principios científicos; nada tenemos que decir contra el sistema de la bóveda, en sí; su forma ojival, su composicion con grandes aristones y nervios de piedra, la sencillez y ligereza de los rellenos intermedios, todo eso, respondiendo á la idea capital, satisface á la razon científica, porque conspira á un fin de utilidad positiva, aliviando peso, disminuyendo empujes y permitiendo apoyos de poca robustez relativa; pero, ¿se ha sacado partido de esta ventaja efectiva? ¿Es el sistema adoptado por los arquitectos de la Edad Media el ménos costoso, el más conveniente, en lo que se refiere á las posiciones de los apoyos y á sus formas y proporciones? De ninguna manera.

Llama desde luego la atencion una circunstancia, y es que si las secciones se reducen en cada uno, su número se multiplica considerablemente, los interejes son en extremo pequeños, y los brazos de palanca de los momentos de las acciones horizontales exceden á todo límite razonable. Si, pues, uno de los factores, la intensidad de la fuerza, ha sido disminuido por la hábil estructura de la bóveda, el otro, que es la altura de los apoyos, ha debido crecer en mayor escala, porque así lo requeria el respeto á esa idea primordial del predominio de las líneas verticales. El botarel vino como una necesidad, y ya hemos visto cuán pobre y cuán precario es semejante recurso, lo mismo que el de los contrafuertes y pináculos. Pero no bastó esa extraordinaria aproximacion de los pilares; todavía estos, en medio de su delgadez y de su grande elevacion, parecieron poco esbeltos, y se los talló en forma de haz de nervios, de cañas, con grandes entrantes

y salientes, aumentando así el trabajo, las dificultades, el costo; haciendo, en una palabra, tan ilusoria, tan estéril la ventaja antes indicada, que se puede asegurar la oposicion manifiesta entre el cuerpo sostenido y el que le sostiene.

Bajo cualquier punto de vista que consideremos en el terreno de la ciencia y examinemos el sistema en su conjunto, encontrarémos que la idea tan cuidadosamente reflejada y retratada, hasta en los más pequeños accidentes, está en todas partes, no amoldándose, sino venciendo y como ahogando y despreciando los preceptos de la construccion, esos preceptos que nacen de las leyes inmutables y universales que rigen la naturaleza entera.

2.° Las conveniencias arquitectónicas tampoco fueron respetadas por el estilo ojival en la creacion de sus sistemas de bóvedas y apoyos; se olvidan, se desprecian, como se despreciaron y olvidaron las necesidades físicas. En una iglesia, en efecto, ¿es ó no conveniente que la vista abrace y se extienda por todos los ámbitos de sus naves? ¿Es ó no conveniente que la superficie horizontal, la que realmente mide su capacidad, sea aprovechada lo mejor posible? ¿Es ó no conveniente que exista unidad en la composicion y armonía entre ella y el objetivo del edificio? ¿Es ó no conveniente que un sistema de arquitectura no requiera una sola y exclusiva clase de material? ¿Es ó no conveniente, en fin, que las condiciones para realizarlo permitan su aplicacion, aunque todos sus detalles no sean ritualmente observados? Un bosque verdadero de pilares entorpece y dificulta la circulacion, impide á la mirada extenderse, absorbe un espacio útil para ganar altura, elevacion, y reduce el primero que sirve para

alojar fieles, aumentando la segunda para significar una idea exagerada. Estas disposiciones, que tan expuestos dejan todos los contornos, exigen imperiosamente el empleo de la piedra y su más esquisita labra; y como todas estriban en el detalle, dejan estrechamente sujeto al arquitecto en sus concepciones, porque si falta á uno sólo, por pequeño que parezca, se pierde el estilo. ¿No se vé aquí tambien que ante una idea se sacrifica la verdadera importancia y utilidad de la arquitectura?

3.° Considerada la cuestion que tratamos bajo el punto de vista artístico, se presenta más discutible. Porque es posible afirmar ciertas cosas; no es posible hacerlo, sin pecar de presuncion, en otras, y entre estas figuran las que afectan al sentimiento de la belleza. Hay que reconocerlo, y es justo proclamarlo; al penetrar bajo las bóvedas de una catedral gótica, el observador siente su ánimo profundamente conmovido; todo cuanto allí le rodea concurre á producir ese primer efecto que es incontrastable; la razon no discurre, no estudia, no examina, porque el corazon siente, se eleva á Dios, y por todas partes encuentra como un consuelo en esas admirables disposiciones, como órganos de trasmision que recogen sus plegarias y las elevan á las alturas en que está asentado el trono del Señor; en vano querrá el hombre hacerse superior á esas fuertes y conmovedoras impresiones del alma: se las impone una misteriosa armonía, una alta y poderosa manifestacion que brota de todos los ángulos del recinto, y le envuelve, y le domina, y le subyuga, y le obliga á doblar la rodilla humillado, y á alzar los ojos suplicantes á la Divina Magestad del Omnipotente. Es el ideal de esta

arquitectura ojival, y jamás el ideal en este arte se vió más completamente realizado.

Empero cuando, pasada la impresion primera, recobra la razon su imperio, é indagadora y exigente, como es por naturaleza, comienza á buscar la explicacion real de todo aquel conjunto de expresion y quiere que, como es debido, el arte se ostente siempre verdadero, conveniente y digno, entonces, á semejanza de lo que ocurre con muchas imágenes poéticas en el discurso, que antes distraen y seducen que convencen y persuaden, hay en el espíritu del artista una triste y dolorosa decepcion.

Sobre las superficies de intradós de las bóvedas se dilatan y extienden, como delgados nervios, las columnitas que en haz forman los pilares, sin que nada las detenga ni las interrumpa; sin embargo, la naturaleza de la obra, la verdad de la construccion, que son condiciones esenciales del arte, protestan contra esa continuidad: hay dos cuerpos distintos: uno que sostiene y otro sostenido; y ocultar su carácter y su destino verdadero, porque así es preciso para reflejar una idea, no es ciertamente propio de la dignidad del arte.

Un apoyo se sostiene y resiste porque la relacion de sus dimensiones transversales á su altura está dentro de límites impuestos por las leyes naturales; pero como el ideal que se ha querido realizar no cabe dentro de esas relaciones necesarias, se las violenta, se las sacrifica, y el cincel destaca sin escrúpulos sobre la realidad de lo posible, las apariencias de lo imposible, de lo absurdo; tales son esas delgadísimas y altísimas cañas ó juncos agrupados que semejan columnas incomprensibles. El arte no puede ni debe admitir esos recur-

sos, siquiera reconozca que sin ellos el ideal del estilo no se realiza.

Si las aberturas de los arcos que separan las naves laterales de la central son y parecen pequeñas con relacion á su altura, no sucede lo mismo en los triforios (1), y como todo debia ser subordinado á la idea del predominio de líneas verticales, fué preciso simular subdivisiones allí en donde ni eran necesarias ni convenientes, ni áun racionales; el arte no puede ni debe admitir tales procedimientos.

Los botareles, ingenioso recurso de la necesidad para contrarestar los empujes de las bóvedas, y cuyo aspecto no puede dejar de ser desagradable, han sido, sin embargo, apreciados por algunos escritores como bello ornamento y gala de las construcciones ojivales; nosotros nos separamos completamente de esa opinion; nos inspira repugnancia su aspecto; y lejos de encontrar bellezas que celebrar, nos dolemos de la necesidad que los creára.

Se lanzan al espacio altas pirámides y pináculos cuajados de adornos para gravitar con su peso sobre los contrafuertes y aumentar la estabilidad de estos. El objeto se consigue mal, porque ante la idea de dar á todo grande elevacion y poca base, se olvida que la expresion artística de la fuerza no se puede realizar con lo frágil, con lo que el viento quiebra, con lo que degradan todos los agentes exteriores. Hay aquí una evidente contradiccion, que no se podria salvar sin el falseamiento del estilo.

Sin hablar de las exageraciones que se produjeron des-

(1) Cuerpos altos sobre las naves laterales.

pues en los períodos de decadencia, resumirémos nuestra opinion acerca de las bóvedas del estilo ojival, diciendo que el arquitecto, al mirarlas como la expresion en piedra de una idea y de un sentimiento que caracterizan la época de su creacion, debe reconocer su indisputable mérito; pero no debe, á nuestro juicio, imitar sus disposiciones, porque en ellas existe un vicio, digámoslo así, orgánico, y es la postergacion de los preceptos científicos, de la conveniencia, y hasta de la verdad en las expresiones artísticas, en abierta pugna muchas veces con aquella idea y con aquel sentimiento. El respeto á estos obligó al olvido, cuando no al menosprecio de aquellos. La arquitectura griega en todas sus creaciones, la romana y la bizantina en la cuestion especial que hemos querido desarrollar, son en tal concepto muy superiores á la espiritual arquitectura de la Edad Media.

LECCION XV

PARTES ACCESORIAS DE LOS EDIFICIOS.

PATIOS.

Las partes principales de un edificio de regular extension no podrian ser habitadas ni satisfarian el objeto esencial de su construccion, si les faltasen la luz y el aire necesarios; y como los vanos de las fachadas exteriores no son en general suficientes para atender tan imperiosa necesidad, es preciso dejar dentro de la masa general de la construccion espacios descubiertos de más ó ménos amplitud, en donde el aire y la luz circulen con libertad, y de donde reciban sus beneficios las habitaciones. Ese espacio es el patio propiamente dicho, cuya forma es variable, y viene siempre impuesta por la de la planta ó disposicion horizontal del edificio.

En arquitectura, sin embargo, se dá el nombre de patio, por extension, no sólo al área descubierta que en su esencia lo constituye, sinó al conjunto formado por ella y las partes que la rodean y limitan. Así, cuando se dice que un patio es bello, se entiende que la calificacion abraza el efecto general del enlace y buena disposicion de dicho conjunto.

Los patios *(cavædium)* de los Romanos, con sus pórticos y peristilos interiores, su *compluvium* (1) y las preciosas taraceas del *opus musivum* en sus pavimentos, llegaron á ser obras de gran lujo, en donde se ostentaban magníficos mármoles, jaspes y pórfidos, y todas las galas de una rica exornacion. Las casas descubiertas en las excavaciones de Pompeya son la demostracion evidente de esta verdad. Sus disposiciones, sin duda bellas y bien entendidas, con relacion al clima de Italia y á las costumbres en los tiempos antiguos, no pueden servir como modelo ó tipo en las modernas construcciones.

La primera cuestion que hoy se presenta al hacer el estudio de la disposicion de un patio es la extension superficial que se debe asignarle; y para determinarla hay que atender al clima, al objeto ú objetos especiales que, además del general de todo patio, se quiera conseguir, al destino y la índole del edificio, y á las condiciones artísticas impuestas por el buen aspecto de las fachadas interiores.

(1) Para algunos es *compluvium* el lugar donde se recoge el agua de lluvia, es decir, el techo, é *impluvium* el patio (Varron); para otros *compluvium* es tambien el patio, y los canalones de los tejados. El texto de Vitruvio se presta á varias interpretaciones. Nosotros nos inclinamos á admitir que *compluvium* es todo lugar en donde se *reune* el agua llovediza.

El clima influye de una manera casi decisiva en esa extension, porque es natural que en los países del Norte, por ejemplo, se quiera y convenga limitar en lo posible la accion de los vientos frios del invierno, y reducir por consiguiente el espacio batido por ellos; y en los países del Mediodía, al contrario, parece que el aire saludable de la mañana y de la noche, en el verano, debe encontrar en medio de los cuerpos de edificio habitados, ancho y dilatado campo en donde se pueda esparcir sin dificultad, y bañarlos con su agradable y benéfica frescura.

Pero esta consideracion no es exclusiva; otras, nacidas tambien del clima, pueden algunas veces modificarla; se comprende, en efecto, que en los países septentrionales el calor de los rayos solares se reciba con agrado, y que en este concepto convenga una disposicion ámplia, un patio anchuroso en que la altura de un cuerpo proyecte la menor sombra posible sobre los otros; mientras que en los meridionales se trate de evitar de todos modos, en el estío, no sólo la accion directa é inmediata del ardor del sol, sino además el calor que conservan y trasmiten por las tardes y noches las mamposterías expuestas á aquella influencia todo el dia. Cerca de las costas se debe, no obstante, considerar que la brisa mitiga esos efectos, y que vale más casi siempre dar á ésta espacio franco y abierto, que quitarlo á los rayos del sol, teniendo en cuenta que la existencia de pórticos, galerías, corredores y otros recursos del arte atenúan, si no anulan, el defecto señalado.

En ciertas latitudes son frecuentes las ventiscas, en otras son temibles los huracanes, en otras las lluvias van á veces

acompañadas de remolinos, etc., etc.; y es claro que tales fenómenos ocasionarian desastres, si se les dejára gran espacio en donde ejercer libremente su accion, y que será necesario oponerles fuertes masas que se amparen y resguarden mútuamente, protegiendo á la vez el interior de las partes habitadas.

El objeto especial del patio influye tambien en la determinacion de su área, porque si los coches han de penetrar en él, y cruzarse en varias direcciones, ó estar detenidos algun tiempo; si la circulacion y tránsito son frecuentes; si, como se acostumbra en Andalucía ó en algunas poblaciones de Cuba, el patio es un punto de reunion por las noches en el verano; si tiene jardin, fuentes y juegos de agua; y en otros casos en que concurran circunstancias análogas, deberá ser mayor su extension que cuando su objeto especial, como en las casas de alquiler, es simplemente la muy poca circulacion que reclama el servicio de la casa. Pero acaso no es inútil decir aquí que si la superficie, en los primeros, debe ser tan grande como lo permitan una necesaria y prudente economía, y un atinado aprovechamiento del solar; si esta consideracion es la que fija un límite superior, no se debe de modo alguno admitir que el inferior, en el segundo caso, sea esa especie de pozos profundos, oscuros, húmedos, tristes y detestables que el espíritu de exagerada ganancia y de sórdida especulacion y lucro ha hecho en la inmensa mayoría de las casas de alquiler en grandes capitales. Así se vé en Madrid, en donde tal vez semejante práctica, contraria á los más vulgares preceptos de higiene, haya contribuido á afectar gravemente la salud pública; el límite inferior estará en

cada caso impuesto por estos últimos preceptos, y no de un modo absoluto, sino en justa relacion con las demás condiciones que seguimos examinando.

El destino y la índole del edificio determinan tambien ciertos grados en la superficie de su patio ó sus patios. Un cuartel, por ejemplo, un hospital, una prision, un colegio, reclaman grandes patios; en el primero, para reunirse la tropa formada, y aún para que, si no toda la fuerza alojada en el edificio, una parte de ella pueda ejercitarse en la instruccion y evoluciones militares; en el segundo, para el paseo y ejercicio de los convalecientes, y para el arbolado, jardines, fuentes, etc., etc., que en los hospitales son indispensables; en el tercero, para paseo tambien de los presos, cuya salud seguramente se alteraria en el encierro sin ese recurso, ya que no les permite su condicion salir fuera de los límites del edificio; en el cuarto, para recreo de los niños ó jóvenes colegiales, á quienes es hasta inhumano y cruel privar de grande espacio y aire, en donde respiren con toda libertad y se entreguen á sus carreras, saltos y juegos infantiles, que son su placer más grande, y son tambien las mejores garantías de su desarrollo y de su vida; en donde haya gimnasios, árboles, flores, agua, etc., etc.

El destino y la índole del edificio pueden otras veces hacer innecesario todo patio, ó sólo requerir uno ó varios de pequeñas dimensiones. Una iglesia, por ejemplo, hoy que no se acostumbra ya enterrar en su recinto los cadáveres, no necesita patio, porque los átrios que las preceden no son ni deben considerarse como patios, y las disposiciones que generalmente se les dá, como oportunamente harémos ver,

franquean al aire y á la luz la entrada necesaria y suficiente. Una biblioteca, un edificio de reuniones académicas, un parlamento, por ejemplo, no imponen, por su índole y su destino especiales condiciones particulares á los patios, que en ellos tendrán sólo la extension requerida por otras más generales. Una prision, no como la que antes hemos supuesto, sino de las que se llaman penitenciarias, en que haya aislamiento é incomunicacion absoluta entre los presos, deberá, por su índole y destino, tener muchos patios pequeños separados entre sí, pero contenidos todos en otros más vastos, afectos á cada cuerpo de la edificacion; en un hospital, además del gran patio de que antes hemos hablado, deberá haber otro ú otros de menores proporciones, en donde estén todas aquellas dependencias, cuyo aspecto, cuyo olor, cuyo ruido puedan afectar la tranquilidad y reposo, moral y físicamente necesarios á los enfermos; la existencia de esos patios secundarios (traspatios) más reducidos es tambien hija de la índole, del destino del edificio. Bien se comprende que podrian los ejemplos seguir sin término para demostrar la influencia que estas circunstancias deben tener á los ojos del arquitecto, sobre el área de los patios.

Bajo el aspecto artístico se debe estudiar tambien la cuestion de dimensiones de los patios, sobre todo cuando se proyecta un edificio de lujo é importancia, cuyo carácter requiera fachadas interiores de bella disposicion; porque el efecto de estas quedaria perdido y anulado, si no se estableciera la conveniente relacion entre su altura y la superficie del patio, en donde debe estar situado el observador que la

contempla. Lo natural parece ser que el semilado del patio (suponiéndolo cuadrado), sea igual á la altura de dichas fachadas; pero en muchos casos esta relacion seria inadmisible por circunstancias locales ó razones poderosas de economía; así, sólo se la aplica en construcciones monumentales, en que es permitido posponer esas razones á la magnificencia y esplendor de la obra; en otros casos puede bastar hacer el lado igual á la altura, y aun descender un poco de ese límite. Hay algunos palacios con espléndidas fachadas interiores, y cuyos patios son tan vastos, tan hermosos, que mejor se podria darles el nombre y hasta el carácter de plazas.

La segunda cuestion que interesa considerar y estudiar es la orientacion del patio, si no está cerrado por todas partes por cuerpos de edificio, en cuyo caso suele estar separado del exterior por verjas. La cuestion es delicada é importante, y no siempre susceptible de buena solucion, porque hay absoluta imposibilidad en muchas localidades de fijar cuál es la direccion de los vientos de que más interesa precaver el pátio, y es al mismo tiempo necesario partir de un dato absolutamente fijo al proyectar. En algunas poblaciones se puede, sin embargo, saber desde luego y fijar la orientacion que conviene; mas en las que no se hallen en ese caso será preciso, cuando no se puedan evitar los patios abiertos, acomodarse á la costumbre del país, y observar los de edificios existentes.

La tercera cuestion que debemos estudiar es relativa á los desagües. Dos casos hemos de distinguir: ó afluyen al patio las aguas de lluvia que corren por las cubiertas del

edificio, y reunidas á las que directamente caen sobre el suelo, se extienden todas por su superficie; ó se las recoge y dirige por conductos especiales á los aljibes y cisternas que oportunamente describirémos. En el primer caso, es indispensable dar fácil y pronta salida á las aguas para evitar que su nivel suba en términos de invadir las habitaciones; y eso se consigue dando al suelo una pendiente que varia entre $\frac{1}{50}$ y $\frac{1}{75}$, y colocando suficiente número de bocas cubiertas con rejillas para dar paso al agua á los conductos de salida. Conviene para graduar la pendiente, el número y las dimensiones de las bocas, en relacion con la superficie del patio, partir de los datos y observaciones experimentales en la localidad en que se vá á construir. En el segundo caso es tambien necesaria la pendiente, por la cual el agua que directamente cae sobre el patio corre al conducto ó conductos que la llevan á la cisterna ó aljibe.

Hemos dicho en una de las lecciones precedentes que ciertos patios cubiertos con fuertes cristales y armaduras de hierro son especies de vestíbulos; sólo añadirémos que, como es natural, los pavimentos en ellos no necesitan pendiente alguna.

Veamos ahora la cuarta y última de las cuestiones que nos proponemos estudiar en este ligero exámen: la disposicion arquitectónica del conjunto que forman el patio, propiamente dicho, y las partes que lo circuyen. La más comun, la más admitida y la más característica es la que tiene su orígen en la arquitectura romana, la que en la Edad Media sirvió de tipo á la construccion de los claustros, la que en Italia adoptó y generalizó en cierto modo

el Renacimiento, la que en España los árabes emplearon con inmensa profusion, y aún hoy se observa en las provincias andaluzas, y finalmente, la que ostentan casi todos los palacios y monumentos de la Europa central y meridional.

Esa disposicion consiste en uno ó varios pórticos, galerías ó corredores que se abren hácia los patios, ya por órdenes de columnas, ya por arcadas. Es indudable que no es tal disposicion igualmente propia para todos los climas; porque en los países frios esas construcciones abiertas son muy incómodas; su desabrigo es grave defecto que neutraliza la ventaja de fácil y expedita comunicacion entre las habitaciones de los cuerpos de edificio, y la de su aspecto bello y elegante; en los climas ménos crudos se muestran estas ventajas, sin que ningun defecto las contraríe.

Se podria hacer general la disposicion, y conservarla en lo esencial, aplicándola aun al primer caso, si se adoptase cualquiera de los ingeniosos procedimientos usados en los claustros de la Edad Media (estilos de transicion y ojival), en los cuales se recordará que los pórticos venian á convertirse en verdaderas galerías cerradas por cristales y nervios multiplicados, y tan abrigadas que los religiosos podian en ellas entregarse tranquilamente á la meditacion y á otras prácticas. No queremos con esto decir que se imite de una manera servil y en sus detalles esas soluciones: lo que nos parece conveniente y acertado es tomar la idea, y al darle forma, acomodarla al estilo, al gusto y á las necesidades de lugar, época, costumbres y demás condiciones especiales;

así se obtendrian las ventajas antes enunciadas, sin dar lugar á aquel inconveniente grave.

Magníficos patios y combinaciones admirables hay en que para nada figuran los pórticos ni las galerías; pero son aplicaciones particulares que no podrian ser presentadas como soluciones generales del problema; tales son los patios establecidos en gradacion de magnitudes y riqueza desde el exterior hasta la parte principal del edificio.

La decoracion de los patios está en las fachadas de los cuerpos que lo limitan, en las galerías del piso bajo y en las superpuestas, ó en los terrados que las cubren; está en la amplitud y facilidad de sus entradas y salidas; está en la elegancia de sus verjas; está en la clase de sus pavimentos, que pueden ser desde los de cuña de pedernal de empedrado ordinario, desde el adoquinado y solería de ladrillos ó baldosas, hasta los mármoles y mosáicos de mayor riqueza; y está, en fin, en los jardines y fuentes que vamos ahora á examinar ligeramente.

JARDINES.

Desde la antigüedad más remota han debido ser los jardines un elemento importante en la decoracion de los patios, plazas, quintas, casas de campo, ya en los palacios de los príncipes, ya en las casas de los ricos ciudadanos. Los famosos jardines de Babilonia y los de Persia; los públicos de Atenas, los *xysti* ó *xysta,* que no eran sólo pórticos para el

ejercicio de los atletas, sino tambien paseos sembrados y descubiertos con árboles y flores (1); los bosques sagrados en los recintos de los templos con cipreses y plátano oriental de grande altura, laureles, parras entrelazadas y césped que tapizaba el suelo; los *horti* de las quintas cerca de Roma, y despues en la ciudad; los que debieron de ser magníficos jardines de Pompeyo, de César, de Salustio, de Agrippa; y otros muchos, en fin, citados por los historiadores antigüos, demuestran que siempre, en todos los pueblos, existió ese mismo gusto que hoy sentimos por los jardines.

Pero las investigaciones de los anticuarios poco ó nada nos dicen acerca de las disposiciones que eran empleadas; y sólo de las admirables descripciones de Plinio se infiere que en las casas de campo eran los jardines un verdadero cuadro que el arte trazaba, recortando y convirtiendo los árboles en objetos regular y simétricamente dispuestos, y ahogando así las formas libres de la naturaleza dentro del círculo y la línea recta. ¿Seria lo mismo en los jardines de las casas en la ciudad?.... Lo que sí se puede asegurar es que siempre, lo mismo en Roma que en Grecia, y en Babilonia que en Persia, el agua existia ó se llevaba en grande abundancia á los jardines, y esta es una leccion que, no por vulgar, debe repetirse con menos insistencia en nuestros dias, porque con harta frecuencia parece olvidada ó desatendida.

Los célebres jardines que el Renacimiento produjo en Italia, y que parecieron imitar las disposiciones grandes y

(1) Non solum est porticus tecta, æquato perpolitoque solo Athletis deserviens, verum etiam ambulatio aperta et subdialis, arboribus, odoratisque floribus consita.

lujosas de la antigüedad, en cuyas creaciones se inspiraba, vinieron á ser los modelos á que se sujetó desde el siglo XVI, en casi toda Europa, su composicion en plazas, parques, palacios, quintas, casas y paseos. Desde entonces se desarrolló un gusto especial de exagerada regularidad, de simetría monótona y afectada, que no es compatible con la soltura y libertad de la naturaleza, y que produce un amaneramiento que cansa y fastidia.

El sistema moderno, que ha alcanzado gran boga, y que reemplaza ventajosamente al anterior bajo el punto de vista del arte y la belleza, en muchas de las aplicaciones, es el de los jardines ingleses: en él no se ahoga la espontánea manifestacion de la naturaleza; y el arte al dirigir estas disposiciones parece como querer imitar, con objetos enteramente naturales, los bosques, prados, corrientes, valles, alturas, crestas, vertientes, laderas, colinas y todos los accidentes, todas las variedades que en el campo libre dan vida, movimiento y animacion á la misma naturaleza; para concurrir á este fin, el arte saca partido de todas las circunstancias. Si el terreno es muy uniforme, lo quiebra, lo modifica con el hierro que lo remueve y transforma; si son, al contrario, demasiado bruscas y fuertes sus inflexiones naturales, las suaviza y altera para dar en cierto modo (y permítasenos la frase) naturalidad á la misma naturaleza. Los términos son estudiados y dispuestos en el mismo espíritu; los efectos del terreno y de las construcciones inmediatas, los de la luz del sol, cuyos rayos atraviesan el follaje, doran las alturas, dan á las aguas brillo, se dilatan en las faldas y en el llano, y producen agradables contrastes con las sombras en las depresiones y cañadas; los colores y matices, la roca escarpada en ciertos puntos, y en otros una blanda alfombra de verdura; aquí un puentecillo rústico, allí una presa, saltos de agua, cascadas, molinos, casetas ó pequeñas viviendas campestres, etc., etc. Todas estas cosas, que son propias, que son naturales, son inteligentemente aprovechadas para producir el efecto más variado y más agradable, sin que jamás *aparezcan* contrariadas y violentadas las formas y las disposiciones, tomadas del modelo de la creacion que se quiere representar.

Es un arte de imitacion, en realidad; pero imitacion extraña, imitacion original, que aspira á retratar cuadros de la naturaleza con producciones y manifestaciones de ella misma; es el dibujo *vivo* de un pintor; pero el lienzo es el terreno, el pincel y los materiales están en su seno mismo, de donde brotan en toda su verdad esencial, completa y viviente, las formas y los colores, y las proporciones, y la expresion, y el carácter, y toda la verdad en su mayor belleza, porque no es el arte quien la representa ó la acusa ó la significa, es la misma verdad que se ha hecho existir en la realidad íntegra de su propia esencia.

Hay, pues, dos sistemas. En el primero, el más antiguo, todo es regular, todo está geométricamente trazado dentro de contornos fijos, invariables; las copas de los árboles se redondean con la herramienta del jardinero, ó se recortan para afectar formas especiales más ó ménos caprichosas; los setos vivos rigorosamente forzados á no dejar pasar una sola hoja, una sola rama fuera de planos perfectamente horizontales y verticales, parecen cercas murales inanimadas, sin

vida; las flores, en grupos que semejan ramilletes, no se diria que brotan de la tierra, sino que están colocadas sobre un florero de porcelana; el mismo césped se vé castigado y sujeto entre los contornos de cestillos de hierro que imitan los de mimbres, cuando no entre los perfiles de un letrero ó de una figura extraña; todo es amanerado, y para que pareciera bello, seria preciso comenzar por prescindir de que los árboles y las flores son siempre, y deben parecer siempre, y ante todo, árboles y flores como la naturaleza los produce. En el segundo sistema, el moderno, el de los jardines ingleses, con propiedad llamados jardines-paisajes, jardines pintorescos, domina la idea opuesta; y es necesario convenir en la racionalidad de sus bellas disposiciones, que dejamos ligeramente indicadas en la exposicion que precede.

Pero viniendo ahora á nuestro objeto principal, ¿deberá el arquitecto siempre, en todos los casos, dar la preferencia al segundo? Como el problema no es para él solamente proyectar un jardin, sino acomodarlo á la disposicion general de uno ó varios edificios, de uno ó varios cuerpos de ellos, de una plaza, ó de un paseo, es evidente que la latitud y libertad inherentes á dicho sistema se avienen mal con los límites siempre impuestos por las condiciones arquitectónicas del trazado de las partes principales; así, si existe una línea recta, circular, elíptica ú ovalada, porque deba existir, no podrá ser violentada, no se ha de alterarla; si se trata de un paseo en donde se necesita establecer largas alineaciones con la mayor sombra posible, no se podrá, no se deberá evitar las prolongadas filas de árboles, porque á pesar de la monotonía y regularidad de su aspecto, responden á un fin útil, esencial; si en ese mismo paseo es preciso que haya calles y avenidas en relacion con las que á él afluyen de la poblacion, habrán de ser respetadas, siquiera creen la necesidad de cuadros y divisiones regulares en los jardines; si el espacio es reducido, como en los patios, aun los mayores, de los edificios, el jardin-paisaje no es aplicable, y si, para que lo fuese, se pretendiera hacerlo en pequeña escala, resultaria el jardin convertido en un juguete ó monería, á todas luces impropia y hasta ridícula.

Otros ejemplos podrian contribuir tal vez á hacer más evidentes estas observaciones; pero no queremos insistir más en lo que, despues de todo, es accesorio en los edificios, y resumirémos lo expuesto, diciendo que el sistema regular, sin las exageraciones y excesos que hemos expuesto, deberá ser proyectado en donde existan relaciones precisas que dicten formas especiales ó limiten espacio; y que en los parques, jardines libres en el campo, ó vastas posesiones, el sistema inglés es el más propio, el más bello, es el digno de preferencia.

En los jardines públicos, destinados al goce y recreo en las ciudades importantes, raras veces falta un espacio convenientemente dispuesto y destinado á conservar al abrigo de los rigores del invierno muchas plantas, que por lo regular son exóticas. La principal condicion requerida por estos edificios, que se llaman invernáculos, es la de una temperatura uniforme y arreglada por un sistema bien estudiado de calefaccion. Su exposicion es naturalmente al Mediodía, y están cerrados por grandes bastidores de madera ó hierro con cristales; en su interior suele haber calles

para pasear, y á los costados de estas, arriates en gradas como anfiteatro. Las plantas así cuidadas y atendidas florecen en todas las estaciones; y es muy agradable, sin duda, ver las flores en toda su belleza, recordando la primavera, cuando el suelo está cubierto de nieve. Iguales son las disposiciones aplicables á los invernáculos de jardines en edificios particulares de lujo.

FUENTES.

Las fuentes que suelen decorar los patios de los edificios, y que casi nunca faltan en las plazas y paseos de las ciudades, son de todo punto indispensables en donde hay jardines, plantíos, arbolado, porque su objeto es dar salida al agua y conservarla en depósito para proveer á la necesidad del riego, condicion esencial para la vida de las plantas. Sirven tambien para abastecer á ciertos barrios, á uno ó varios edificios, del agua que sus habitantes necesitan para la vida.

Cualquiera que sea su objeto, hay que considerar en ellas primero lo esencial, que es su composicion, y despues sus formas y proporciones bajo el punto de vista artístico.

En toda fuente debe naturalmente haber un conducto por el cual brota el agua, ya cayendo, ya elevándose como surtidor, y un gran vaso, estanque, taza ó depósito que la recibe y la conserva ó reparte por conductos de salida.

Su establecimiento depende de la resolucion de proble-

mas de hidráulica, cuyos datos es fácil fijar en cada caso, y en los cuales entran como variables el gasto de agua ó volúmen que la fuente debe producir por unidad de tiempo, el diámetro del orificio de salida, la altura de carga, la longitud y pendiente de las cañerías que conducen el agua hasta la fuente, las pérdidas ocasionadas por recodos, inflexiones, contracciones, rozamientos, etc., la velocidad con que corre por los tubos, ya sean de diámetro uniforme ó variable, ya de servicio único ó múltiple. Se fijan los valores que en cada caso se deba ó sea conveniente asignar á algunas de las variables, y de las ecuaciones y fórmulas que contienen todos los tratados de hidráulica y los de conduccion de aguas (1), se deducirán los valores de las otras. De un modo análogo se procede para calcular las dimensiones del depósito, y las aberturas de salida; generalmente se acostumbra arreglarlas de tal manera que el nivel del agua se conserve constante. Tal es la fuente, digámoslo así, desnuda; falta ahora vestirla; los materiales que la constituyen son generalmente la piedra ó la fundicion de hierro, ó el bronce.

Si está aislada, su carácter es más bien el de una obra exclusivamente de escultura que el de una disposicion arquitectónica; la fábula, la historia, la mitología, prestan generalmente al escultor motivos para dar á la obra una expresion alegórica, simbólica ó fantástica, apropiada á la situacion de la fuente, al punto de vista, á la cantidad de agua y á la altura que ésta alcance. Delfines, tritones, náya-

(1) Se puede consultar con grande utilidad la obra de Dupuit *Traité de la conduite des eaux.*

des, nereidas, figuras de Neptuno, caballos alados, aves fluviales y marinas, conchas de mar, personificacion de ríos, naves, etc.; multitud de objetos se ofrecen á la inspiracion del escultor hábil para producir el efecto que sea más propio y elegante; al arquitecto en este caso toca solamente evitar que la escultura se haga independiente de los lazos y relaciones que deben ligar su produccion á la obra en que ha de ostentarse.

Es verdad que estas fuentes puramente esculturales son susceptibles de acomodarse, en todas sus variedades, así á un volúmen considerable de agua como á un surtidor pobre ó á un delgadísimo filete; pero lo que no se puede admitir, lo que choca al buen gusto, y hasta repugna al buen sentido, es que sin agua se establezca una fuente sólo para exhibir bellas producciones del cincel, y que dejan de serlo desde que carecen de objeto útil; lo que es absurdo y ridículo es la representacion de hojas de agua en la piedra, como si torpemente así se pretendiera suplir con lo ficticio la falta de lo real.

El mármol es el material más empleado para las fuentes monumentales; el hierro fundido es de carácter ménos elevado, y además sus contornos no quedan siempre con toda la limpieza que se debe desear; sin embargo, su bajo precio y la facilidad con que recibe cualesquiera formas decorativas hacen muy recomendable su empleo en muchísimos casos.

Las fuentes puramente arquitectónicas son poco usadas; reclaman en general grandes cantidades de agua para ser de un buen efecto artístico, y no se prestan á tantas y tan

variadas expresiones como las anteriores. Un gran arco, un nicho, una gruta, y algunos otros elementos y disposiciones de arquitectura, pueden presentar aberturas superiores ó inferiores que den paso á torrentes de agua, cuyas caidas realcen el efecto de las obras; pero seguramente se convendrá en que la belleza que así se alcanza no está en la construccion, está en el agua.

Si se asocian la arquitectura y la escultura en una fuente, ya la obra es susceptible de magnífica expresion: soberbios ejemplos puden ser presentados como modelos de gran mérito artístico.

Fuente de Trevi (*Roma*). Sobre una masa de rocas se alza un palacio, cuya fachada es suntuosa; en medio de ésta hay un gran nicho, semejante á un arco triunfal, realzado por ricas columnas y estátuas, y de donde aparece salir Neptuno sobre un carro llevado por caballos marinos rodeado de las divinidades del mar. A través de las rocas brota el agua en gran abundancia.

Fuente Paulina (*Roma*). Columnas y nichos alternados figuran una gran fachada; de los nichos centrales salen torrentes de agua que caen y se precipitan en espumantes cascadas; de los laterales el agua sale arrojada por figuras de dragones.

Ménos grandes que las dos anteriores las hay muy bellas y muy ingeniosas; casi todas son adheridas á fachadas de edificios; el aislamiento no conviene á estas disposiciones.

No siempre se fía el mérito de una fuente sólo á las galas de la arquitectura y de la escultura; las combinaciones y los

juegos de agua algunas veces son los únicos recursos de que el arte saca partido para embellecer los jardines, parques, plazas y paseos, y entonces puede prescindir de la exornacion arquitectónica y escultural.

Ya son altas columnas de agua que se lanzan al aire con fuerza inmensa, y que desde tanta elevacion se abren y caen divididas como una lluvia; ya es un torrente que se dilata sobre una superficie como si fuese una hoja cristalina que la reviste, y desde sus bordes se desploma en forma de cascada, produciendo brillante espuma y rumor agradable, y agitacion y frescura; ya son filetes hábilmente dirigidos que se cruzan, se entrelazan, y forman una especie de tejido caprichoso, ó capas delgadas que se recogen redondeándose y parecen fanales de cristal; y si todas estas, que son de las más vulgares, y mil otras ideas de ingenio son realzadas por los efectos de la luz del sol y los colores del íris, ó sólo el brillo que dá á las aguas, se comprende que el aspecto de estas fuentes será admirable sin necesidad de buscar para ellas nuevas expresiones. Algunos, para distinguirlas de las anteriores que hemos descrito, las llaman fuentes hidráulicas.

DISTRIBUCION DE AGUA EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS.

Esta es una de las más importantes necesidades en los edificios destinados á servir de habitacion; es, pues, natural, que á su estudio dedique el arquitecto una atencion especial.

En las ciudades bien abastecidas de agua buena y abundante, con una distribucion general de tal modo establecida, que se la puede hacer llegar á los más altos pisos sólo por virtud de la carga del canal ó acueducto, ó de la altura de los depósitos de distribucion, el problema de que nos ocupamos es bien sencillo, y se reduce á tomar de las cañerías ó conductos públicos más cercanos la cantidad de agua necesaria para el consumo del edificio proyectado, y á repartirla en él por medio de ramificaciones de tubos, que generalmente son de hierro fundido, y que van á terminarse en llaves ó grifos á las partes en que se ha de hacer uso del agua.

Pero como hay muchas poblaciones, en que la regularidad y órden de la distribucion exigen un servicio intermitente á los particulares, será en ese caso preciso el establecimiento de estanques ó depósitos de reserva, capaces de guardar y conservar el agua para proveer á la necesidad de un consumo contínuo. Estos estanques ó depósitos pueden ser de mampostería ó de hierro; y en la imposibilidad de hacer uno para cada parte de los edificios, lo cual seria muy costoso y absorberia mucho espacio, se establece uno sólo de suficiente capacidad y situado de la manera que despues indicarémos.

Podrá suceder que no exista en la ciudad un acueducto ó sistema general de abastecimiento, y entonces es indispensable ver si á poca distancia del edificio hay alguna corriente superficial en donde se pueda practicar una toma de agua, y desde donde se la pueda dirigir en cañerías, por medio de aparatos elevatorios, á depósitos interiores para repartirla del modo conveniente.

La falta de los recursos anteriores obligará en algunos casos á hacer excavaciones más ó ménos profundas para descubrir aguas subterráneas, y construir así los pozos, de cuya disposicion hemos de ocuparnos en la leccion siguiente. Pero como el agua de pozo no siempre es de buena calidad para la bebida, aunque el venero descubierto tenga caudal bastante, quedará todavía por resolver una parte, y no la ménos interesante, de la cuestion; así, se vé comunmente usar dicha agua para la limpieza, riego y otras necesidades, y atender á las demás con la que se compra, tomada de las fuentes públicas.

Los aljibes ó cisternas, de cuya disposicion tambien nos ocuparémos al estudiar las partes subterráneas de los edificios, son en muchas localidades el complemento casi necesario de los pozos; no constituyen ciertamente una solucion general aplicable á todos los climas; pero el arquitecto debe acudir á ellos en la mayor parte de las circunstancias, porque el agua de lluvia que, recogida de los tejados y patios, y convenientemente depurada, se guarda y conserva en las cisternas, es muy saludable, muy clara y grata al paladar.

Todo el mundo sabe que el problema de la escasez de agua en las poblaciones y en los campos vá revistiendo, sobre todo en España, un carácter de gravedad alarmante, digno de fijar la atencion de los hombres estudiosos; muchas de las provincias ven casi desaparecer corrientes que antes eran caudalosas; las sequías se prolongan y son rigorosas y aflictivas; y en tal situacion se afanan los pueblos por buscar orígenes de agua subterráneos, iluminar manantiales y hacer obras costosas, para las cuales apenas bastan los recursos de las localidades. Esto pasa, esto se siente y esto se deplora en muchas partes; y sin embargo, la incuria y el abandono dejan perderse el agua de las lluvias, que no serán sin duda suficientes en ciertas épocas tristes para las necesidades del cultivo, pero que acaso serian sobradas en cada casa para el consumo de los habitantes.

Y si se fija la atencion en la facilidad y economía relativas con que, en general, se puede dotar un edificio de pozo y aljibe, y se considera la imposibilidad económica que hay ordinariamente de llevar á efecto una obra de conduccion de aguas..... ¿no es natural sorprenderse de que la iniciativa y el interés particulares permanezcan indiferentes en asunto tan vital?.... Porque, despues de todo, si llueve poco, es preciso cuidar que ese poco se aproveche y no se pierda; y si el terreno absorbe mucha ó poca agua, y la lleva á sus capas subterráneas, es preciso buscarla en ellas y no privarse voluntariamente de su beneficio. El aljibe y el pozo son, en nuestro concepto, partes indispensables de los edificios, y no debe el arquitecto prescindir de su construccion sino cuando esté claramente demostrado que su establecimiento es económicamente imposible.

Cualquiera que sea el medio que se emplee para tener agua en los edificios, con una sola excepcion, que es la del primero que hemos indicado, será absolutamente necesario el establecimiento de depósitos para regularizar el servicio de sus varias dependencias con facilidad y economía. Lo primero es fijar su situacion, que no siempre podrá ser ex-

terior al edificio (1); despues, su modo de construccion, sus formas y proporciones; y finalmente, los medios que convenga emplear para dirigir á él las aguas, ya procedan de corriente, pozo ó aljibe, y para repartirlas.

Conviene que el depósito esté en una posicion céntrica, á fin de que, estableciendo los tubos de reparticion en direcciones radiales, el desarrollo y por consiguiente el gasto de instalacion de cañerías sea reducido, y haya regularidad y uniformidad en el servicio; conviene además que no esté situado en partes que puedan ser aprovechadas para cuerpos de habitacion, ó que interrumpan la continuidad de las crujías del edificio, ó en donde las filtraciones puedan ocasionar perjuicio ó incomodidad. Interesa principalmente que su altura sea tal que las cañerías lleven el agua á los más elevados pisos con la carga suficiente. Los patios son los puntos indicados para conseguir esos objetos, pero la condicion relativa á la altura complica y dificulta mucho la solucion, bajo el punto de vista económico, como vamos á explicar.

En efecto, si el depósito es de mampostería, habrá de ser sostenido por fuertes pilares y arcadas con bóvedas, y esto, sobre obstruir ó entorpecer la circulacion, originará un gasto excesivo; y si el depósito es metálico, será preciso disponer una andamiada, cuyos inconvenientes, aunque en menor grado, son los mismos.

(1) Se comprende que el depósito puede ser exterior si se trata de servir un edificio aislado, ó una quinta ó casa de campo, por ejemplo; pero en las poblaciones, en general, deberá ser interior, porque las construcciones contiguas limitan y circunscriben casi siempre el terreno.

Si se pudiera, pues, colocarlo encima de las cubiertas del edificio, y sostenerlo con los mismos muros maestros de la construccion, que para esfuerzos verticales de compresion tienen siempre sobrada resistencia, la principal dificultad podria considerarse vencida, porque ni habria aumento de gasto, ni disminucion de espacio habitable. Veamos cómo esta idea puede ser siempre realizada, y para esto consideremos los dos casos que pueden ocurrir: primero, que la cubierta sea de armadura y tejado, ya de barro, de pizarra ó metálico; y segundo, que la cubierta sea de azotea.

En el primer caso, la armadura debe haber sido estudiada y estar dispuesta de tal manera, que sus piezas concurran á sostener un gran bastidor ó marco robusto, sobre el cual se asiente el depósito, que en tal caso se hace metálico. Como se comprende, las armaduras de madera no son propias para esta aplicacion, y mejor convendrán las de hierro, y así hay ejemplos muy curiosos en construcciones modernas.

En el segundo caso, si los terrados sirven de trasdós á techos abovedados, el depósito de mampostería no es otra cosa que una caja entre cuatro muros ó limitada por uno solo cilíndrico; su fondo ó zampeado está formando cuerpo con el macizo de la bóveda, cuyos espesores será fácil determinar contando con la carga adicional del depósito lleno; es innecesario decir que las paredes de éste, interiormente deberán estar revestidas con enlucidos hidráulicos. Si las azoteas están formadas con vigas de madera ó hierro, estas mismas servirán de asiento al depósito, que entonces convendrá hacer metálico, aumentando las secciones de las vigas para que resistan la carga adicional.

Todos los medios indicados son aceptables segun las circunstancias; pero adolecen de un defecto que les es comun: es el de no cargar directamente sobre los muros, y fatigando con exceso las armaduras, bóvedas y vigas, obligar á robustecer estos elementos por procedimientos siempre costosos; además las filtraciones que con frecuencia se manifiestan, se comunican á las habitaciones inferiores y son causa de incomodidad, cuando no de descomposicion de las maderas, oxidacion del hierro ó degradacion de los macizos en las bóvedas.

Parece, por consiguiente, preferible buscar un medio de situar los depósitos directamente sobre los muros, evitando el inconveniente de las filtraciones. Para ello, la cresta de dichos muros, en vez de horizontal ó en forma de albardilla, se hace inclinada hácia la cubierta y se la revoca con mezcla hidráulica; sobre ese plano así inclinado, descansan cajas de palastro, cuyos fondos son dobles, uno superior horizontal en contacto con el agua que la caja contiene y el inferior adherido al plano inclinado que corona el muro; el agua que por filtracion pudiera atravesar el primer fondo, no llega al muro, corre por la pendiente del segundo á la cubierta, de donde pasa á las bajadas; las paredes verticales de dichas cajas en sentido longitudinal corresponden á las prolongaciones de los paramentos de cada muro, y las transversales miden la anchura que, como se vé, es igual al espesor del muro.

Las cajas de palastro, prescindiendo del segundo fondo inclinado, son, pues, de forma paralelepípeda, cuyas tres dimensiones se arreglan como sigue: la anchura siempre igual al grueso del muro, para que todo el depósito cargue

directamente sobre él; la altura puede ser sin inconveniente igual á la del pretil-ático ó coronamiento del edificio, con cuya línea horizontal más alta juega, y la longitud podrá estar limitada por los pequeños macizos ó pilastras que forman las divisiones del pretil y que corresponden verticalmente á las de fachada; de manera que, si á través de dichas pilastras se practican aberturas y por ellas se hacen pasar tubos de comunicacion entre los fondos de cada dos cajas contiguas, la reunion de todas ellas vendrá á constituir un sólo depósito de la capacidad que se quiera ó se juzgue conveniente. Este procedimiento en nada afea ó destruye el buen efecto de las fachadas, porque el aspecto del hierro se puede fácilmente disimular con la pintura, y hasta las molduras del coronamiento pueden ser imitadas con junquillos, listeles, etc., de hierro fundido, sujetos con pernos á las paredes de palastro.

Las consideraciones precedentes demuestran, sin necesidad de mayor explicacion, que para esta clase de obras no es la piedra el material más propio, y que habrá indudable ventaja en adoptar el hierro, prefiriendo siempre el palastro á la fundicion, porque aunque más barata la última, sus uniones son imperfectas y exponen la obra á filtraciones; el inconveniente de la oxidacion se puede atenuar mucho por los medios de conservacion, que no es este el lugar de describir.

Sea cualquiera el sistema adoptado, es necesario dividir los depósitos en dos partes lo ménos, para que el servicio no se interrumpa en los casos de limpieza ó reparacion; y en los cilíndricos de hierro la division se hace por medio de un ci-

lindro interior concéntrico al exterior, ó mejor, estableciendo dos depósitos de menores dimensiones.

Pasemos ahora á ver cómo se eleva el agua hasta los depósitos, suponiendo que el orígen de donde se toma es una corriente, un pozo ó un aljibe. Las bombas aspirantes é impelentes son los aparatos generalmente empleados para dicho objeto; su instalacion y los cálculos de establecimiento son sencillos; pero cuando se trata de elevar el agua de un pozo cuya profundidad excede de veintiocho á veintinueve piés, no siendo posible la aspiracion desde el suelo natural ó el brocal, se presenta la necesidad de apelar á los medios que enseña la mecánica para actuar desde el exterior sobre la bomba situada dentro y á una altura conveniente del nivel del agua; tambien se puede hacer uso de rosarios y otros aparatos hidráulicos. De todos modos, es preciso calcular y determinar la fuerza propulsora, los diámetros del cuerpo de bomba y de los tubos, etc., etc., teniendo en cuenta la altura del depósito y las pérdidas debidas á resistencias pasivas, relacion de efectos, coeficientes de rendimiento de la máquina, etc., etc.

Las aguas de pozo son generalmente muy claras, y las de aljibe, depuradas como hemos dicho, tambien lo son; pero las de una corriente superficial suelen ser turbias, y convendrá no tomarlas directamente en su mismo cauce, sino abrir una zanja á su lado para que el terreno interpuesto haga las veces de filtro natural, cuando á ello se preste su clase: el tubo de aspiracion se termina entonces en la zanja, y recibe agua ya filtrada.

Nada podemos decir de un modo asertivo sobre la manera más conveniente de situar los tubos de reparticion, que, partiendo del depósito, llevan el agua á los distintos pisos y á las partes del edificio, así como no podemos tampoco dictar reglas acerca de la capacidad del depósito: cada caso trae consigo necesidades especiales, que dependen de circunstancias especiales tambien, y seria irracional pretender que se ajustase el arquitecto á preceptos generales en lo que es de suyo eminentemente variable.

Esa red de tubos no está siempre limitada al servicio de las habitaciones y dependencias que reclaman imperiosamente la presencia del agua, como cocinas, salas de baño, retretes, comedores, sino tambien se extiende á los patios, á los jardines, para alimentar fuentes y producir juegos de agua que refrescan la atmósfera en el verano, y para llenar estanques, cuya capacidad varia mucho segun su objeto, y cuyo destino puede ser, á la vez que útil, recreativo.

Útil decimos porque de ellos se puede tomar el agua necesaria para la limpieza de las alcantarillas y conductos interiores que sirven para evacuar aguas sucias y materias impuras del edificio; y recreativo porque ellos constituyen el adorno más bello algunas veces de los jardines, con la trasparencia y limpieza de sus aguas, con los cisnes que animan su superficie, con el lujo, si se quiere, y las riquezas de magníficos mármoles y metales y de una decoracion espléndida.

Estos estanques en los jardines regulares están limitados entre contornos dibujados y trazados con arte, y á ellos son aplicables las expresiones alegóricas en su infinita variedad; pero serian impropios en los jardines ingleses, en donde ni

mármoles, ni metales, ni esculturas, ni riquezas, ni lujo tienen cabida; aquí más bien que estanques, deberán ser pequeños lagos; y en ellos grupos, sin órden ni simetría, de rocas aglomeradas, formando como isletas, orillas bajas con césped, ó algun escarpado, son las expresiones que convienen.

GRUTAS.

Aunque la leccion siguiente está consagrada al estudio exclusivo de las partes subterráneas, nos ha parecido mejor colocar en ésta las breves indicaciones sobre grutas con que vamos á terminarla. La belleza de algunas grutas naturales debió, sin duda, en los tiempos antiguos inspirar la idea de poner en ellas la mano del arte, ya para facilitar la entrada en esas grandes cavidades, ya para realzar el efecto de sus disposiciones. Más tarde algunos subterráneos en Italia, que fueron obra exclusiva del arte y sirvieron de sepulturas, fueron llamados *gruttas,* y los objetos decorativos que encerraban, flores, festones de hojas, figuras fantásticas, columnas herméticas (1), quimeras, ídolos, reptiles, etc., etc. (algunos de los cuales se han llamado *arabescos),* ornamentos singulares y extraños, recibieron el nombre de *gruttescos* ó el más comun de *grotescos.*

Las grutas naturales más afamadas forman bellísimas

(1) Así se han llamado las columnas cuyos capiteles representaban cabezas humanas.

combinaciones, en que parece la naturaleza haber tenido el capricho de imitar disposiciones arquitectónicas: en ellas efectivamente, y dentro de extensas cavidades de la roca, que semejan naves abovedadas, se descubren verdaderas columnas, formadas por la union de las estalactitas y estalagmitas, compuestas de una masa cristalina inimitable: allí se ven tambien capas delgadas de la misma materia tendidas como un manto diáfano sobre las formas onduladas del terreno, y simulando pliegues, ostentar colores variados ó una blancura de espuma ó nieve; allí otras delgadas y transparentes hojas de petrificacion cristalizada caen en las aparentes bóvedas y juegan entre las columnas cual si fueran velos y cortinajes traslúcidos; allí el agua, que constantemente se filtra á través de la piedra, vá á reunirse en lo más bajo de la gruta, y forma embalses, especies de pequeños lagos, cuya tranquilidad sólo altera, á intérvalos acompasados, la caida de algunas ligeras gotas desprendidas de la roca; allí, en fin, á la luz de las antorchas que guian al viajero, todo parece revestido de diamantes, cuyos destellos deslumbran y fascinan; y bajo tal influencia, contemplando el aspecto de figuras caprichosas, á que la imaginacion atribuye ciertas semejanzas, en que la fantasía crea expresiones singulares, y que la poesía reviste de un encanto misterioso..... ¿qué de extraño tiene que los pueblos antiguos creyesen que eran los palacios encantados de los dioses, las mansiones de las ninfas, los oráculos, los templos, etc., etc?.... No es posible dejar de sentirse como fuera de sí en presencia del espectáculo maravilloso y sorprendente que esas grutas ofrecen; porque todo en ellas se reune para producir arrobamiento,

que suspende los sentidos é impresiona el ánimo profundamente (1).

Es muy natural que la arquitectura haya sacado partido de esas disposiciones para imitarlas en los jardines, y con ellas constituir uno de sus más bellos ornamentos; pero el abuso de la decoracion ha conducido á chocantes faltas de racionalidad, que debemos señalar para que se evite caer en ellas. Los aparejos regulares visibles en las bóvedas, las hiladas aparentes de ladrillos, las piedras labradas con esmero, los enlucidos, áun los que imitan las asperezas y rugosidades de la roca (y que la humedad altera y deteriora pronto), las conchas nacaradas, los minerales, los vidrios de colores y otras mil baratijas y fruslerías, las estátuas, los surtidores estudiados y caprichosos juegos de agua: todo ese conjunto de objetos, que en una gruta está revelando la necesidad que ha habido de llevarlos allí de otras partes, y por tanto la falta de naturalidad, la violencia, la ficcion y la mentira, se destacan con tal evidencia, que la obra pierde su carácter propio; la ilusion no existe, y el verdadero efecto artístico desaparece.

En los jardines modernos, en que generalmente las grutas se abren á través de taludes revestidos ó escarpados, se debe procurar siempre que, cualquiera que sea la disposicion de las bóvedas y de los muros para su solidez y resistencia, el aspecto de sus superficies aparentes sea irregular, tosco, áspero, desigual, variado, con entrantes y salientes, en cierto desórden, que aleje toda idea de sistema arquitectónico; en estas grutas son propias y están muy en su lugar las cristalizaciones, las calizas conchóideas con sus incrustaciones, las brechas y pudingas, los basaltos, las piedras teñidas por óxidos metálicos, y otras muchas variedades que ofrece la naturaleza; en las fallas ó en las aberturas figuradas de la roca pueden aparecer vetas y geodas, y sobre las superficies extenderse manchas de musgo y coralinas; pero de todas estas cosas sólo deben entrar en la composicion aquellas que sean propias del lugar en que se encuentra la obra, á fin de que quien la contemple crea posible su existencia natural, y no la vea desde luego como una expresion facticia, cuando no absurda.

(1) Son muy notables las llamadas «Cuevas de Bellamar» en Matanzas, y «Cuevas de Cubitas» en Puerto-Príncipe (Isla de Cuba).

El agua es necesaria en las grutas; y en los jardines modernos, más que en forma de fuente, debe presentarse como una exudacion de la roca, ó en delgados filetes convergentes á una poza sin revestir y de contornos irregulares, ó si se quiere, algunas veces, figurando una pequeña cascada.

En los jardines regulares, en donde la imitacion de la naturaleza está subordinada á formas artísticamente diseñadas, y en donde se puede admitir cierta latitud en las expresiones arquitectónicas y esculturales, cabe exornar las grutas con columnas, molduras, estátuas de ninfas, estanques con cisnes, conchas, etc., etc.; así se las dispone en los jardines de los grandes palacios, y de edificios de mucha importancia.

DEPENDENCIAS.

Hay en los edificios, lo mismo de las ciudades que del campo, varias partes, como cocinas, caballerizas, cocheras, retretes, que no estudiamos aquí de un modo general, porque exceptuando ciertas condiciones relativas á su situacion, nos ha parecido que todas las demás, inherentes á esas dependencias, están mejor en otra parte, en donde las darémos á conocer con detalle al tratar de cada especie de edificios en particular. Todas ellas deben estar convenientemente separadas del cuerpo ó cuerpos habitados del edificio.

Las caballerizas generalmente se establecen en los patios secundarios ó traspatios, y su orientacion ha de ser la más propia para que estén perfectamente ventiladas, que tengan buenas luces, y salidas independientes de lo principal del edificio; además se ha de procurar que estén á sotavento de las habitaciones, y no tener viviendas en piso superior, porque á través de los suelos pueden comunicarse malos olores y ruido, siempre incómodos.

Las cocheras deben estar situadas en parajes secos, porque la humedad deteriora mucho los carruajes; tambien conviene que estén algo distantes de las habitaciones, porque el ruido que produce la frecuente entrada y salida de los coches molesta mucho; y finalmente, su situacion debe ser tal, que estos tengan fácil acceso desde la calle, sin necesidad de vueltas muy violentas.

Los retretes, de donde suelen desprenderse malos olores, no deberian, bajo este concepto, estar próximos á las habitaciones; pero, por su destino, es imposible que estén distantes, y estas condiciones contradictorias sólo se concilian por medio de una enérgica ventilacion y otros recursos de que oportunamente nos ocuparémos; por lo demás, conviene que sus vanos se abran á los patios y que reciban luz directa y abundante; esta circunstancia puede algunas veces ser bastante para fijar su situacion en un cuerpo de edifico. Los retretes secundarios están generalmente en los desvanes, en los cuerpos independientes y accesorios y en los pisos bajos.

De las cocinas se desprenden vapores de un olor desagradable; es preciso para su situacion cierto aislamiento; pero como por otra parte el servicio de las comidas debe ser fácil y pronto, no parece conveniente colocarlas en cuerpos separados de la parte principal, á ménos que se establezcan buenas comunicaciones cubiertas. En algunos casos puede convenir llevarlas á los sótanos, y en todos que estén hácia los extremos, para que la circulacion por las galerías y otras partes no obligue á pasar muy cerca de ellas. Como necesitan mucha luz y frecuente renovacion de aire, son aplicables á las cocinas las últimas indicaciones que hemos hecho acerca de la situacion de los retretes con relacion á los patios.

LECCION XVI.

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LOS EDIFICIOS.

La importancia grande que las obras de arquitectura subterránea tienen en la historia del arte, y en el estudio de sus orígenes, así como de las causas esenciales que lo produjeron en los diferentes pueblos, no seria por sí sola bastante á que dedicásemos, como vamos á hacerlo, algunas páginas á este objeto en nuestras lecciones, porque á pesar de nuestro deseo de exponer sobre la materia opiniones propias, no del todo conformes con las de algunos autores, sabemos bien que semejantes disertaciones estarian aquí fuera de su lugar.

Pero es preciso reconocer que, cuando apenas hay edi-

ficio público ó privado hoy que no tenga un desarrollo inmenso de subterráneos; cuando en las grandes capitales, por debajo del suelo en que se asientan, se puede decir que canales y hasta vías férreas forman y constituyen otras ciudades inferiores; cuando se ha atravesado el Támesis debajo de su fondo; cuando se perforan montañas como los Alpes, y se proyecta salvar el canal de la Mancha por un túnel inmenso, burlando las olas agitadas del Estrecho; cuando tanto uso hace el arte de construir de esas obras, seria por extremo impropio no presentar á los alumnos algunas consideraciones generales sobre ellas, siquiera las despojemos de teorías y cálculos de establecimiento, así como de los detalles prácticos de ejecucion, que figuran en el cuadro de otras asignaturas.

Nos limitarémos, pues, á manifestar de la manera que esté á nuestro alcance el carácter, la importancia, utilidad y objeto que han tenido en todas épocas, y que deben tener en la nuestra tales construcciones, miradas bajo un punto de vista general; y despues entrarémos en el exámen de las partes subterráneas de los edificios, exponiendo cuáles deben ser las condiciones de su disposicion.

Que las cavernas ó grutas naturales hayan sido utilizadas como viviendas por los hombres en los primeros tiempos, es una cosa perfectamente racional, y no lo es ménos la influencia que sus formas pudieron acaso tener en los antros artificiales que fueron abiertos por la mano del hombre. Pero cuando parece que en Egipto habia aún gentes que habitaban esos espacios, y consta que en épocas precedentes se habia explotado canteras y extraido de las montañas inmensas

cantidades de piedra para levantar asombrosas y colosales edificaciones, es presumible que muchas de aquellas excavaciones tuviesen esa procedencia.

No cabe duda, sin embargo, de que Egipto fué el pueblo que más obras de arte construyó debajo de la tierra; y podria acaso explicar esta costumbre, además de sus instituciones y sus creencias, la relativamente pequeña extension de su territorio. Las tumbas de los reyes, las maravillosas obras subterráneas de Tébas, el famoso Laberinto, obra cuya ejecucion no es posible suponer sin el concurso de poderosos elementos de trabajo para vencer grandes dificultades, inducen á admitir que eran análogos los ornamentos, las pinturas, las columnas, estátuas y colosos, y hasta la disposicion arquitectónica de los monumentos construidos dentro de las montañas, á los que presentaban los edificios levantados sobre el terreno. Pero poco podria el arte moderno aprender, para aplicar, en esas disposiciones, que hoy no sólo no serian económicamente realizables, sino que, áun admitiendo que lo fuesen, de ningun modo responderian, bajo el aspecto de la utilidad ni bajo el artístico, á las costumbres ni á los gustos de nuestra época.

Pasemos á Grecia, y veamos si, así como la arquitectura que creó el génio de ese gran pueblo, á través de los siglos y de las mudanzas que el tiempo ha causado en la manera de sér de las sociedades, se siente aún palpitar dentro de nuestras obras, aún las anima con su alta expresion, y las realza con sus principales lineamientos, cualesquiera que sean las variaciones de detalle; veamos si en las construcciones subterráneas descubrimos allí los rasgos caracterís-

ticos de disposiciones especiales de que se deriven las de nuestra época. Pero no; ni las instituciones del pueblo griego, ni su género de vida, ni la naturaleza de su terreno lo llevaban á la ejecucion de esos trabajos, que rara vez pueden aparecer á las investigaciones del arqueólogo con otro carácter que el de cavernas y grutas naturales, algo modificadas para servir de habitacion á los primeros pobladores, aún salvajes, ó bien el de excavaciones para explotar minas y extraer la piedra de las construcciones ciclópeas.

El arte de construir, penetrando en las profundidades de la tierra, labrando las rocas de las montañas para hacer en ellas obras de una arquitectura subterránea (troglodita) anterior á la pelásgica, no era sin duda como en Egipto, una costumbre perfectamente comprobada, y muy razonablemente fundada.

Cuando más civilizado el pueblo griego, y extendida su poblacion en mayor número de ciudades, la religion hizo sentir esa necesidad, siempre observada, de universalizar la idea de la Divinidad, imprimiéndola en todas partes, asociándola á todas las manifestaciones de la naturaleza, vinieron á ser aquellas cavidades antros misteriosos revestidos de caractéres y orígenes mitológicos; y de ahí procede el nombre que ha llegado hasta nosotros del *Puente subterráneo de Trifonio*, la gran caverna debajo del *Tœnarium promontorium*, del sombrío y pavoroso *Templo de Neptuno*, el *Trono de los vientos* y el *Establo de sus caballos*, en el fondo de grutas tenebrosas.

Sin detenernos en las excavaciones de la India, en que la misma roca era tallada por el cincel y recibia variadas formas, pasemos á Roma, y aquí ya encontrarémos las obras subterráneas en las Catacumbas, en los hipogeos, en las admirables alcantarillas cuya perfeccion asombra, en otros trabajos de utilidad pública, como perforacion de montañas para acortar distancias ó para dar salida á las aguas desbordadas de ciertos lagos y librar los campos de inundaciones. Parece, pues, que en Roma (1) es en donde está el orígen verdadero de lo que podemos llamar construcciones subterráneas; y vamos á detenernos algo en su exámen.

Todo parece indicar que las excavaciones llamadas catatumbas no fueron obra de los primeros cristianos perseguidos, sino grandes espacios subterráneos usados para la inhumacion de los cadáveres, y que, al abrigo del respeto y el culto que los antiguos profesaban á la mansion de los muertos, encontraron aquellos el medio de salvarse de la persecucion que sufrian. Es tambien probable que muchas de esas obras no fueran expresamente ejecutadas para servir de sepultura, sino canteras despues aprovechadas para un fin en que la política y la religion se interesaban grandemente á medida que las poblaciones se desarrollaban, y el grado de su poder y su cultura se aumentaba. Las catacumbas de Roma, muy interesantes bajo el punto de vista puramente histórico, no lo son bajo el artístico; y su disposicion comun, nada en realidad puede enseñarnos; las constituye una inmensa red de tortuosos callejones cuya anchura excede poco de un metro y cuya altura apenas llega á dos; nada de revestimiento; la tierra se sostiene por su propia cohesion; á derecha é izquier-

(1) No entendemos por Roma sólo la ciudad que lleva ese nombre.

da filas horizontales superpuestas de nichos, en donde eran colocados los sarcófagos; signos é inscripciones de la religion cristiana, y tambien con ellos mezclados algunos del paganismo. Las decoran obras de escultura, de pintura y ornamentos poco notables.

En Nápoles y en Sicilia su importancia y su belleza son mayores: las de Siracusa parecen haber sido practicadas especialmente para servir de sepulturas; allí se ven calles anchas principales y otras estrechas secundarias, plazas, etc., etc.; una ciudad, en fin, subterránea, ciudad de los muertos, imponente expresion del trabajo de varias generaciones. Presenta entre las paredes laterales de cada galería bóvedas de diversas formas, esféricas, cilíndricas, planas, talladas con esmero, y abiertas á intérvalos por claraboyas que, atravesando todo el terreno superior, dan paso al aire y á la luz. Debe, pues, reinar en los ámbitos silenciosos de estos recintos una gran sencillez, una igualdad inalterable y una seriedad digna y magestuosa, que en vez de infundir terror por su lúgubre aspecto, lleven el espíritu tranquilo á elevadas y profundas reflexiones.

Los hipogeos, en la acepcion etimológica de la palabra, son *sub-terráneos*, traduccion de las dos veces griegas que la constituyen; la arquitectura, sin embargo, restringe su significacion, y la aplica para designar lo que más comunmente se llama necrópolis (mansion de los muertos); y en este concepto, las catacumbas no son otra cosa que hipogeos, necrópolis. Con igual orígen probablemente, revisten algunas veces caractéres distintos; en Roma, por ejemplo, habia hipogeos que eran particulares, no sepulturas públicas,

y que contenian en su interior verdaderas edificaciones subterráneas con análogas disposiciones, salas, y otras partes, y con el lujo y la riqueza de exornacion que se aplicaba á los palacios y á las casas en donde habitaban los ciudadanos ricos.

En todos los países, en todas las ciudades que tuvieron importancia en los tiempos más antiguos de la historia, han existido hipogeos, cuyo descubrimiento ha dado á conocer en Egipto los cadáveres momificados en un estado de perfecta conservacion, y las figuras y caractéres geroglíficos realzados con pinturas; en Etruria y otros puntos, esos vasos de barro cocido con dibujos y colores que se conocen con el nombre de vasos etruscos. La necrópolis de la antigua Tarquinia (hoy Corneto) está sobre la cúspide de una montaña, y en ella se han descubierto singularidades interesantes; las tumbas están excavadas en muy diversas direcciones y en tanto número que ocupan toda la superficie de la montaña; unas son trincheras ó galerías descubiertas (*hypetras*), y en sus paredes están practicados los depósitos de cadáveres, cerrados por puertas decoradas; otras tienen los cadáveres depositados á mayor profundidad, hasta donde se llega por escaleras talladas en la roca. Algunos de estos hipogeos de Tarquinia presentan salas y corredores cuyas dimensiones varian, y que cubiertas por techos planos tienen apoyos intermedios, á semejanza de las salas hipostilas de Egipto y otros pueblos, con la sola diferencia de que, en vez de columnas, los apoyos son pilastras, las paredes estucadas y con pinturas de objetos mitológicos.

De menor importancia acaso bajo el punto de vista ar-

tístico, pero de mucha mayor utilidad, es el conocimiento de otras obras subterráneas que encontramos en Roma, dignas ciertamente por sí solas de ilustrar la arquitectura de aquel grande y poderoso pueblo: son las cloacas.

Comenzadas, segun se cree, en los primeros tiempos de la existencia de Roma, constituyen sin duda una gloria exclusiva suya, porque ni hay puntos de relacion entre las variedades de subterráneos conocidos y ejecutados en Egipto y Grecia, y la que vamos ahora á describir, ni parece lógico suponer que se procediera á tales obras cuando la poblacion y los recursos de la colonia, que despues fué gran ciudad, de ningun modo las reclamaban ni podian ser bastantes para abordar tan magna empresa.

De la misma manera que en todos los progresos realizados en el arte de construir, en éste, que fué grande, se vé al lado suyo la causa que lo determina. Vivian primero los romanos en las colinas, cuya altura y desagües naturales eran una garantía de la constante sequedad y limpieza del suelo; mas aumentada la poblacion, fué preciso invadir el llano y edificar en la parte deprimida del terreno en medio de las célebres siete colinas; las aguas de lluvia se precipitaban como torrentes impetuosos desde esas cimas, é inundaban las calles y las plazas imposibilitando el tránsito. Hé aquí ya la necesidad de adoptar disposiciones propias para dar salida á esas aguas y arrastrar á la vez todas las inmundicias que generalmente se producen en todo gran centro de poblacion. Bocas abiertas en las calles de trecho en trecho y conductos subterráneos de capacidad suficiente sirvieron á recoger y dirigir las aguas y todo lo que con ellas arrastra-

ban al Tíber, y así la ciudad se hallaba siempre seca, limpia, aseada y en las mejores condiciones para la salubridad pública.

Dichos conductos formaron numerosas artérias muy bien distribuidas, afluyentes todas á la *cloaca máxima*, que terminaba en el río. Mejoradas y reparadas esas obras en siglos posteriores, y aumentado su número, llegaron á tomar proporciones tan asombrosas, que con razon se las puede citar como una maravilla, hija del titánico esfuerzo de la que fué señora del mundo. Cuando se calcula toda la perseverancia y la fuerza de voluntad que, áun con sus grandes recursos, necesitaron desplegar los Romanos para dar cima á tan colosal empresa; cuando se aprecia y se mide el beneficio inmenso que produjeron, y cuando, finalmente, se considera la perfeccion de las obras, su robustez y la amplitud de su disposicion; cuando todo esto se presenta á nuestra razon, en contraste sensible con la incuria, el abandono de las administraciones en la mayor parte de nuestras modernas capitales..... ¡cuánta admiracion y aplausos y gloria para aquellos!.... ¡Cuán justa censura para estas!

Hemos dicho que eran notables la perfeccion de las obras, su firmeza y amplitud. Dos fuertes muros de sillería aparejados con grandes piedras limitan las galerías formando sus paredes laterales, y sostienen bóvedas cilíndricas, de dos ó tres espesores de dovelas superpuestas, perfectamente enlazados para resistir los efectos de la carga de tierra que las cubre y de las conmociones producidas por el movimiento de los carros. Entre el trasdós de la bóveda ó los paramen-

tos exteriores de los muros (1), y la tierra que los rodeaba, no habia un contacto directo, sino que mediaba un macizo de mampostería ordinaria menuda, ó más bien, de hormigon grueso. Las paredes interiores, bañadas por las aguas, eran revestidas de buen cemento para evitar filtraciones á través de las juntas de los sillares, no tomadas con mortero.

La anchura interior de las mayores cloacas (*cloaca máxima*), es cuatro metros próximamente; hay además banquetas adheridas á los costados, y finalmente, canes de piedra para sostener los tubos del servicio de aguas limpias de las fuentes. Las buenas pendientes, y una seccion transversal bastante para dar paso al volúmen de agua necesario, aseguraban además la limpieza de las cloacas, no dando lugar de ese modo á la sedimentacion de las materias impuras é inmundicias.

Decia Plinio, al describir esa maravilla, que era la obra más admirable, que para ella se habian perforado montañas, y que en su inmenso desarrollo constituia una ciudad navegable subterránea, sosteniendo en los aires á la gran Roma (2). Y Casiodoro escribe que tanto asombro causan á quien las contempla, que no podria excederlo el producido por las más altas maravillas de otras ciudades (3).

Otra especie de construcciones subterráneas que creemos interesante dar á conocer, es la de los pórticos, corredores, ó galerías llamados *crypto-porticus*. La etimología de la palabra dice desde luego con tanta claridad como la más lata definicion lo que estas obras eran. En Roma, los ricos ciudadanos desplegaban en estas partes de los edificios particulares gran lujo, exornando las bóvedas que las cubrian, y procurándose con ellas departamentos cómodos y frescos durante el rigor del estío. La luz penetraba en esos pórticos subterráneos por claraboyas á modo de cañoneras abiertas hácia arriba y hácia fuera en los muros texteros. En algunos casos parece que los cripto-pórticos no eran enteramente inferiores á la superficie del terreno, y la parte en que los muros se elevaban sobre ella presentaban, como en la quinta de Plinio, dos órdenes de ventanas superpuestas, de las cuales se hacia uso segun la direccion del viento, abriendo las superiores más pequeñas ó las inferiores, en uno ú otro de los frentes. Las bóvedas algunas veces tenian penetraciones de lunetos.

(1) Decimos exteriores con relacion al conducto.

(2) «Operum omnium dictu maximum, suffossis montibus, atque urbe pensili, subterque navigata.»

(3) «Romanæ Civitatis cloacæ tantum visentibus stuporem conferunt, ut aliarum civitatum possint miracula superare.»

Algunos, traduciendo *cryptos* por *bóveda*, y no por *oculto*, han creido que no era condicion precisa en estas partes la situacion enterrada, y algo oscura, y que sí lo era la forma abovedada de su techo. De todos modos, parece que las habia de ambas maneras dispuestas, y lo que á nosotros nos interesa es ver en estas disposiciones el punto de partida de las que hoy emplea la arquitectura en ciertos subterráneos de los edificios.

Poco podemos descubrir que presente algun interés para el especial objeto de esta leccion, recorriendo el largo período de la historia de la arquitectura desde la caida del imperio romano, hasta lo que podemos llamar arte moderno; y nos limitarémos á algunas generalidades acerca de las criptas.

El deseo de honrar la memoria de los mártires de la religion cristiana, y el interés natural de romper las tradiciones del paganismo, dieron sin duda orígen á la existencia de las criptas, espacios subterráneos, que primero fueron tal vez los mismos hipogeos que encerraban los restos mortales venerados, y sobre los cuales se erigieron las iglesias, y despues fueron disposiciones especiales subterráneas destinadas á recibir los cuerpos santos que la piedad de los fieles recogia para rendirles el culto que su fé les inspiraba. Son las criptas de muy variadas disposiciones: salas de planta cuadrada ó rectangular cubiertas por bóvedas cilíndricas sencillas ó por arista, á veces con columnas parecidas á las de la arquitectura romana, y más ó ménos exornadas; ó bien verdaderas iglesias subterráneas, que en algunos casos reproducen debajo del suelo la misma figura del plano y las mismas disposiciones que presenta la construccion superior.

Algunas ostentan cierto lujo en los materiales y en la decoracion, que indica desde luego un destino ménos limitado que el de simples sepulturas: sus naves principales, las laterales, los altares y la amplitud del espacio, las luces bien dispuestas, y las entradas por escaleras convenientemente repartidas, anuncian en ellas el objeto de contener en ciertas circunstancias un número considerable de fieles: así son muchas de las más importantes de la arquitectura romano-bizantina anteriores al siglo XII.

Las escaleras eran generalmente dobles para evitar el desórden que habria producido la aglomeracion de peregrinos, que en gran número acudian á las criptas á implorar la asistencia de los santos cuyos despojos allí se conservaban.

La luz en ellas penetraba por estrechas ventanas que se abrian hácia el exterior de la iglesia, á altura del gran zócalo ó basamento, ó bien hácia las naves laterales, desde donde, en esos casos, se veia el interior de las criptas.

La altura de las bóvedas sobre el suelo no pasaba generalmente de cuatro metros, y el número de apoyos que concurrian á sostenerlas guardaba relacion con el espacio que ocupaban.

Las iglesias construidas despues del siglo XII, ya no tienen generalmente criptas; los restos mortales de los santos, que antes encerraban, fueron colocados debajo ó detrás de los altares, y no en las salas subterráneas.

Vamos ahora á ocuparnos de las disposiciones modernas de las partes subterráneas de los edificios, y verémos cómo se derivan de las antiguas, y en cierto modo vienen ya por ellas como indicadas. Exceptuando las grutas, que hoy son sólo partes recreativas de ornato y gala, en todas las demás domina casi exclusivamente el carácter de utilidad práctica, cuando no el de imprescindible necesidad.

Los *sótanos* tienen dos objetos principales en los edificios: primero, preservar de la humedad las habitaciones de los pisos bajos, que, sin ellos, en inmediato contacto con el terreno, estarian casi siempre expuestas á ser insalubres; y segundo, servir de almacenes y depósitos, en donde se conservan vinos, leña, provisiones, etc. (1). Los sótanos deben, pues, siempre que sea posible, estar expuestos al Norte, cu-

(1) En los sótanos, como verémos despues, se sitúan generalmente los depósitos movibles de letrinas y los aparatos de calefaccion.

biertos con bóvedas ó con disposiciones propias para que el calor exterior en verano se trasmita difícilmente á su interior; tener la altura necesaria para la ventilacion, pero no más de la suficiente, si se ha de conservar en ellos aire siempre fresco; estar alejados de todo orígen de filtraciones, de sumideros, letrinas, cloacas, sentinas, etc., ser lo ménos húmedos posible, y tener entradas cómodas y bien dispuestas para introducir y extraer sin dificultades todos los objetos voluminosos y pesados que frecuentemente es preciso remover.

La altura de la clave de las bóvedas sobre el fondo no suele exceder de tres metros; las anchuras en los arranques dependen de las de los cuerpos del edificio; pero conviene no establecerlas de muy grandes luces ó aberturas, que, dificultando la construccion, exigirian fuertes espesores de clave; para evitarlo hay necesidad de apoyos intermedios, en número y situacion convenientes; lo más usado y lo mejor es un sistema de pilares con bóvedas por arista. Cuando la abertura no es muy grande, se puede aparejar en bóveda cilíndrica (cañon seguido), teniendo cuidado de robustecerla, así como á los estribos, por arcos fajones y cadenas verticales de sillería, siempre que sean los materiales empleados de calidad ménos buena, como sillarejos, morrillos, ladrillo, etc.; estos refuerzos tienen además por objeto aumentar la resistencia en donde carguen muros de traviesa de la construccion superior.

Los estribos de las bóvedas, que verticalmente corresponden debajo de los muros principales del edificio, son de más espesor que estos para que queden pequeñas zarpas de

$0^{m},10$ á $0^{m},20$, y haya mejor asiento; pero no para aumentar su resistencia contra los empujes, que son suficientemente contrarestados, no sólo por la fuerza opuesta producida por el terreno que revisten dichos estribos, sino tambien por la grande estabilidad que les añade el peso de la construccion que directamente carga sobre ellos.

Limitada como está casi siempre la altura, la forma de la seccion de esas bóvedas no es indiferente; las peraltadas y áun las de medio punto roban mucho espacio interior, y disminuyen así la capacidad de los sótanos; y la seccion que parece más conveniente en la generalidad de los casos es la escarzana, cuando se cubre con cilindro contínuo; pero cuando la abertura exige apoyos, ya hemos dicho que la más usada es la bóveda por arista, que salva en gran parte aquella reduccion de capacidad.

A pesar de todas las precauciones que se tomen, es muy raro que los sótanos dejen de ser húmedos y oscuros; para evitar lo primero, seria necesaria una ventilacion muy enérgica, lo cual nivelaria su temperatura con la exterior, y además revestir las paredes y el suelo de mezclas hidrófugas, lo cual suele ser caro; para evitar la oscuridad se practican vanos análogos á los que empleaban los Romanos en los cripto-pórticos, y que, cuando se abren hácia las calles ó patios, están cubiertos con fuertes rejas de hierro y tela metálica, para impedir que del suelo exterior penetren objetos súcios, basuras, etc.

El plano horizontal que sirve de trasdós á las bóvedas, y sobre el cual se establece el pavimento del piso bajo, corre á la altura del cordon ó moldura superior del basamento ge-

neral, pues de otro modo los vanos indicados no aparecerian en el muro, y serian aberturas ó claraboyas que, atravesando oblícuamente el estribo y una parte del terreno, irian á terminar en el suelo exterior, lo cual es muy inconveniente; cuando razones imperiosas obligan á ello, se debe cubrir esas aberturas con fuertes cristales capaces de resistir el tránsito contínuo.

Se entra en los sótanos por medio de escaleras que no deben tener más que un tramo, y éste ha de ser recto y de pendiente bastante suave, para que puedan ser con facilidad movidos los efectos que ordinariamente se deposita en esos lugares; el uso de la madera debe ser absolutamente proscrito para su construccion, porque no solamente se degrada en poco tiempo con el movimiento y los choques contínuos, y estando el material en un centro de humedad, poco ventilado, se pudre, sino que además es en extremo combustible.

El peligro que acabamos de indicar en ninguna parte de los edificios debe infundir tanto temor como en los sótanos, porque es hoy costumbre general en todos los países que los pisos bajos estén ocupados por establecimientos de comercio, muchos de los cuales suelen destinar esos espacios subterráneos al depósito de grandes cantidades de líquidos espirituosos, y porque es muy difícil y arriesgado atacar un incendio que en ellos se produzca. Como la sillería es muy cara, las formas abovedadas absorben, en mayor ó menor grado, una buena parte del espacio interior y originan en los tímpanos un cubo excesivo de fábrica, y la ejecucion de la obra es difícil, lenta y costosa, se ha pensado y propuesto

aplicar el hierro á estas disposiciones, ya solo, ya asociado á la mampostería.

En el primer caso servirian de apoyos intermedios filas de columnas de hierro fundido sobre las cuales descansarian fuertes vigas de palastro de pared vertical contínua ó de celosía, y encima de ellas y de los muros de revestimiento se estableceria un suelo de hierro de los que explicamos en la primera parte de estas lecciones, disponiendo una abertura de embrochalado para el paso de la escalera, que tambien seria de hierro, compuesta de un tramo recto, zancas y huellas de fundicion y contrahuellas de palastro; y aún se ha propuesto la sustitucion de los tabiques de ladrillo ó madera, dispuestos en todo sótano para la debida separacion de los depósitos de distintas clases, así como de las puertas de comunicacion, por divisiones de palastro ondulado y puertas de plancha lisa, tan ligeras como las de madera, y más rígidas y ménos expuestas á alabearse.

En el segundo caso, los apoyos serian pilares cuadrados de mampostería y los tabiques de ladrillo, pudiendo tambien ser la escalera mixta de hierro y piedra (zancas de fundicion, huellas de losas de piedra y contrahuellas de palastro).

Tales disposiciones son sin duda muy ventajosas, y el inconveniente único que parecen presentar es el de la conductibilidad del hierro para el calor; pero un buen forjado del suelo hecho con ladrillos huecos ó con piedras artificiales tambien huecas de yeso ó de cemento, ó si se quiere, con capas de hormigon alternadas con dos ó tres de aire, bastará seguramente para hacer desaparecer la citada desventaja, sin sacrificar beneficio alguno, porque el ligero aumento de

espesor del suelo no lo haria igualar al de otro de madera de proporciones ordinarias.

Dos medios se emplean en los edificios para hacer desaparecer las aguas sucias, los restos de materias orgánicas y toda suerte de inmundicias: ó se las arroja á un depósito subterráneo, convenientemente dispuesto para servir de receptáculo, ó se las dirige por conductos de seccion más ó ménos grande al exterior.

El depósito del primer medio se llama *sentina* (1), *pozo perdido* ó *sumidero*, y algunos impropiamente le denominan *cloaca*.

Los conductos del segundo medio son las verdaderas *cloacas*, llamadas tambien más comunmente *alcantarillas* ó ó *albañales, tarjeas* (2) ó *caños*.

Las sentinas son espacios subterráneos abovedados, con paredes revestidas de mampostería; se debe siempre procurar que el terreno en donde se abre esta excavacion sea permeable, lo más absorbente posible; en el revestimiento se practican numerosas aberturas *(barbacanas)*, por las cuales pasan las aguas sucias, se filtran á través del terreno, y en él se pierden y desaparecen; la forma generalmente preferida es la cilíndrica, porque á igualdad de desarrollo de muros es la que procura mayor capacidad, y porque su resistencia es mucho mayor contra el empuje de las tierras; por último, deben estar situadas á bastante distancia de las partes habi-

(1) La verdadera significacion de *sentina* es la de la parte más baja de los barcos, á donde se dirigen todas las aguas fétidas que hay en ellos.

(2) Se dice tambien, y está bien dicho, *tajea* y *atarjea*.

tadas de los edificios, y á sotavento de ellas. Se podria tal vez creer que es innecesario revestir el fondo, y hasta que convendria no hacerlo para que fuese mayor la superficie absorbente; pero si así se hiciese, las mamposterías serian conmovidas en su asiento, tendrian movimientos peligrosos, que en poco tiempo desquiciarian la bóveda, y la ruina seria segura; además, es posible encontrar una capa de terreno que, con la consistencia necesaria para resistir á la compresion debida al peso de la fábrica, sea, sin embargo, susceptible de reblandecerse, y hasta casi fluidificarse, bajo la influencia de una filtracion directa, abundante y continua. Se deberá, pues, revestir tambien el fondo, y aún convendrá emplear para ello materiales hidráulicos, como para los zampeados de los depósitos de agua.

Cuando la sentina es de poca capacidad, y se puede sustituir la bóveda por un marco ó bastidor con compuerta, no siendo necesarios los revestimientos, y pudiendo el terreno sostenerse por sí solo con un talud regular, se convierte la sentina en un sumidero ordinario ó pozo perdido, sea que con la excavacion se alcance una capa absorbente, ó que se llegue, como muchas veces sucede, á una hoja de agua, cuyo nivel no pase de cierta altura, y que corra sobre una capa firme inferior.

Pero, cualquiera que sea la disposicion adoptada, estos sistemas presentan gravísimos inconvenientes: existe en el edificio un foco de infeccion; la filtracion de aguas sucias hace temer que se comuniquen malos olores á las demás partes subterráneas; si no se encuentra un terreno de suficiente poder de absorcion, la sentina ó sumidero se llenará,

y será, por lo ménos durante algunos dias, ineficaz, lo cual no puede admitirse en edificio alguno, porque la limpieza y la policía no admiten espera jamás; las aguas que á esos depósitos se arrojan están siempre cargadas de materias en suspension, y al cabo de poco tiempo el terreno, que es un filtro natural, y que en este caso está, como tal filtro, en las peores condiciones, se obstruye, se inutiliza, y se anulan, por tanto, todos los servicios que prestaba. Por consiguiente, sólo en el caso de absoluta imposibilidad de otras soluciones deberá el arquitecto proyectar esas obras, considerándolas como un mal grave, siquiera sea inevitable en esos casos.

Para que el segundo sistema sea posible, es preciso que exista á inmediacion del edificio proyectado alguna cloaca ó alcantarilla, que formando parte de un sistema general, reciba y arrastre todas las aguas sucias, é inmundicias que procedan de aquel. Ya hemos visto cómo los Romanos resolvieron esa gran cuestion y crearon el admirable sistema de cloacas, antes descrito. Muy distantes están las ciudades modernas de haber imitado en esto á Roma; las hay que podria decirse carecen de todo lo que conduce al bienestar y á la salubridad de los habitantes; pero ya tratarémos de esta cuestion general al estudiar las disposiciones de las ciudades; ahora suponemos que existe una cloaca ó alcantarilla exterior, á donde van las aguas sucias del edificio, corriendo por otras cloacas ó alcantarillas interiores..... ¿Cuál debe ser la disposicion de estas?

Son de distintas clases, segun su importancia, y sobre todo segun las dimensiones de sus secciones transversales; pero en lo esencial, consisten todas en una trinchera revestida de

mampostería y cubierta por bóvedas pequeñas, comunmente de ladrillo, sobre las cuales está la tierra necesaria para alcanzar el nivel del piso. La profundidad del suelo (ó solera) de la alcantarilla no es constante, porque debe siempre tener la pendiente precisa para que las aguas corran fácilmente y arrastren todas las materias, sin dar ocasion á que se formen depósitos interiores y haya obstrucciones, cuyas consecuencias son siempre de gran perjuicio.

Aquí se presenta, en pequeña escala, el problema de hidráulica relativo al establecimiento de los canales: pendiente, velocidad, perímetro bañado, gasto de agua, seccion transversal, anchura del fondo y altura del agua en la alcantarilla; todas estas variables están ligadas por relaciones conocidas, y dados los valores particulares de tres de ellas se deducen los de las otras cuatro. Dos datos se presentan desde luego: primero, la cota del punto en donde la alcantarilla interior que se proyecta, se enlaza con la exterior existente; y segundo, el máximo volúmen de agua que por la primera ha de correr, y que depende de la naturaleza y del destino del edificio. No basta eso para resolver la cuestion, porque con tales datos es indeterminada; se necesita añadir en general otras condiciones, por ejemplo, la velocidad, que ni puede ser menor que cierto límite para evitar sedimentos, ni mayor que otro límite para no degradar las paredes y el fondo; la pendiente que, dado el trayecto y conocida la distancia que ha de recorrer, así como el punto de término, no se puede fijar sin atender á la necesidad de que la alcantarilla deje siempre en su orígen un espesor suficiente de terreno encima de la bóveda, sin lo cual quedaria expuesta á choques,

averías y desgastes ocasionados por el tránsito, y podrian manifestarse olores repugnantes y dañosas emanaciones, á través de las juntas.

Otras condiciones podrian ser añadidas, en vez de las dos indicadas, para dar solucion á ese problema; pero no es esto lo que al arquitecto interesa más, porque (y fíjese en esto mucho la atencion) del edificio, de su situacion, de su desarrollo, hasta de los detalles de su distribucion nacen en cada caso condiciones que no es posible prever en las explicaciones generales, y casi se puede asegurar que en la mayoría de los casos necesitará largos tanteos para llegar á armonizar dichas condiciones, de modo que hagan posible el problema, mediante algunas transacciones indispensables.

De todos modos se llegará á una solucion; ésta expresará en un cuadro los valores de todas aquellas variables en el caso especial de que se trata; y fácilmente se deducirán entonces las proporciones de la alcantarilla.

Si, como generalmente se hace en estas obras subterráneas dentro de los edificios, se dá á la seccion del agua una figura rectangular, se formará una caja, cuyo fondo, con la pendiente y anchura calculadas, deberá tener la firmeza necesaria, ó adquirirla por los medios conocidos de consolidar terrenos (1); se le regulariza y uniforma, y sin revestirlo todavía, se levantan los muros laterales, cuya altura no debe ser menor que la calculada para el agua, ni exceder mucho de ese valor; el grueso de estos muros para resistir el empuje de la bovedilla puede ser pequeño, porque esa fuerza

(1) Generalmente en las pequeñas alcantarillas de que aquí nos ocupamos bastará comprimir el terreno fuertemente con el pison.

horizontal está en gran parte contrarestada por la del terreno revestido. Los paramentos interiores estarán protegidos con enlucidos hidráulicos. La bovedilla podrá ser de medio punto ó escarzana; ambas secciones son usadas; se las aparejará por sencillas roscas de ladrillo, pues rara vez ocurrirá que para las alcantarillas interiores se necesiten dobles roscas. Siempre que sea posible convendrá no revestir definitivamente el fondo con el zampeado que generalmente lo cubre y protege, sino despues de verificados los primeros asientos, que son los más fuertes, y que probablemente, sin esa precaucion, hendirian y resquebrajarian la mezcla hidráulica que lo constituye, dando lugar á escapes y filtraciones.

Las alcantarillas principales ó maestras, al atravesar los patios, van recibiendo las aguas, que están destinadas á evacuar, por medio de aberturas dispuestas de modo que salgan hasta el suelo por bocas con compuertas de rejilla, y reciben además en diversos puntos de su trayecto las aguas que conducen otras alcantarillas secundarias; la reunion de todas forma un sistema ramificado, cuyo establecimiento en edificios de mucha importancia y desarrollo, ó de índole especial, como cuarteles, hospitales, alojamientos de obreros, fábricas, casas de baños, fondas, etc., exige cálculos detenidos y combinaciones ingeniosas.

Las disposiciones que deben tener las secundarias sólo se diferencian de las que hemos indicado en que sus secciones, ordinariamente muy pequeñas, permiten sustituir la bovedilla por losas; y aún muchas veces bastan rajas de madera recia (en algunos países en donde las hay buenas y abundan-

tes), que unidas ó justapuestas forman una capa asentada sobre los revestimientos, y separada de la tierra superior por una tortada de hormigon grueso sobre capas de granzas.

Las pequeñas regatas, llamadas caños, generalmente llegan hasta el nivel del suelo, y están cubiertas por tablones que se ajustan en durmientes longitudinales con mochetas, y que de ese modo quedan aparentes.

Cuando el terreno sobre que está situado un edificio es húmedo, y no se proyecta la construccion de sótanos ó no abrazan estos todo el desarrollo, ó finalmente, si á pesar de la existencia de los sótanos, interesa preservarlos á ellos mismos de la humedad, que ya sea por la naturaleza especial de los materiales, ya por la ineficacia de los zampeados y de los procedimientos para aislar las mamposterías del terreno, ó por cualesquiera otras causas, amenazase propagarse y hacer malsanas las habitaciones, ó debilitar, y hasta arruinar la obra, no debe el arquitecto olvidar que puede emplear el sistema que en la agricultura se conoce con el nombre de *drenage*.

Por este medio, que en la esencia se reduce á tender subterráneamente una red de tubos porosos, con diversas formas, constituidos de diferentes maneras y formados de barro, ó de ciertas especies de maderas, ó simplemente de cavidades en el terreno, llenas de piedras pequeñas, de enfaginados, etc., etc. (1), se conseguirá en el mayor número de casos la desecacion del terreno.

(1) En la imposibilidad de entrar aquí en largas explicaciones sobre esta materia, enviamos para el conocimiento suficiente de ella al *Diccionario de artes y manufacturas*, de Laboulaye.

El arquitecto debe procurar cuando haya de apelar á este procedimiento, hacer un estudio especial de la profundidad, la pendiente, las distancias, los desagües y todas las demás condiciones precisas para que el resultado sea eficaz, y como todas esas circunstancias dependen de la naturaleza del terreno, de la situacion del edificio y de otros puntos referentes á la localidad y á los datos particulares de cada caso, nosotros no podríamos extendernos más sin salir de los límites en que debemos encerrarnos.

Los pozos son de grande utilidad en las ciudades, en los edificios públicos y particulares, en los establecimientos industriales, en los campos y en todas partes en donde habitan los hombres, y son de necesidad imperiosa para las minas, las canteras, los trabajos subterráneos de reconocimiento y explotacion de los bancos inferiores, terrenos carboníferos, etc., etc.

En el primer caso, el objeto principal, casi exclusivo, de su establecimiento es procurar aguas subterráneas, cuando faltan las superficiales, ó son insuficientes para las múltiples necesidades del consumo; para lo cual se abre el terreno y se practica en él una excavacion más ó ménos profunda y más ó ménos ancha hasta descubrir la capa acuífera que se busca.

En el segundo caso, en que tambien su objeto indica el límite de la excavacion, es casi siempre necesario descender á grandes profundidades, y entonces el agua y la calidad de los terrenos suelen oponer dificultades inmensas, que el arte supera con esfuerzos y con recursos sorprendentes.

El estudio de los primeros es el que más directamente in-

teresa al arquitecto, y á él vamos á dedicar algunas observaciones. Siendo la principal condicion de esta, como de toda obra de arquitectura, la de conciliar la economía con la solidez, es natural que la forma de la excavacion sea cilíndrica ó tronco-cónica de seccion recta circular; y como es muy raro que la firmeza del terreno sea tal que por sí sólo se sostenga en cortes verticales ó fuertes taludes, será lo más general que las paredes de la excavacion estén revestidas de buena mampostería.

La mejor manera de cubrir los pozos es levantar bóvedas sobre los muros de revestimiento; si es contínuo de seccion circular, la bóveda indicada es la esférica, y si es de seccion cuadrada ó poligonal, parece que la más conveniente será la esquifada, advirtiendo que el polígono debe ser de un número par de lados. Ambas formas, como se recordará, permiten la supresion de la clave y de cierto número de las hiladas superiores, y el hueco que así se forma se limita por un pretil, que se eleva sobre el suelo natural á altura conveniente, á fin de evitar caidas y accidentes desgraciados: ese pretil se llama *brocal*, y sirve además para sostener una horca de madera ó hierro con una polea por donde pasa la cuerda ó cadena que eleva los cubos llenos de agua y los baja vacíos.

En algunos casos, la bóveda es sustituida por un entramado horizontal de madera ó hierro, un verdadero suelo de fuertes vigas, y entonces el brocal se asienta sobre un embrochalado *ad hoc;* la economía inicial que así se consigue, es más que compensada por la poca duracion de esos materiales en un medio constantemente húmedo, en donde la madera se pudre y el hierro se oxida.

Es de la mayor importancia que los pozos de donde se saca agua para los usos de la vida estén distantes de estercoleros, letrinas, sumideros, cloacas y de todo lugar que pueda trasmitirles elementos de infeccion, porque las filtraciones no siempre son eficazmente contenidas, y á través de un terreno flojo y absorbente, como es la masa detrítica superior, á veces bastante gruesa, se comunicarian al agua del pozo y la volverian fétida é impropia, no sólo para la bebida, sino tambien para todos los demás usos á que se la aplica.

La utilidad de los pozos en los edificios no deja de ser grande, porque, como ordinariamente sucede, no se pueda considerar sus aguas como potables, pues es sabido que de los veinte litros que un hombre necesita consumir, por término medio, al dia, sólo una parte mínima se invierte en la bebida; y su frescura y transparencia y limpieza las hacen muy propias para todas las otras aplicaciones.

Los pozos eran muy usados en la antigüedad, y sus brocales *(putealis)* lujosamente decorados, principalmente en las inmediaciones de los templos (pozos sagrados); se los hacia de ricos mármoles y se les exornaba con magníficas obras de talla. Hoy, aunque tambien se les suele adornar con molduras y emplear en su construccion el mármol, parece más conveniente establecer bombas sobre las bóvedas y depósitos para sacar con facilidad el agua y conservarla, y áun elevarla cuando conviene, como hemos dicho en la leccion anterior.

En las calles, en las plazas, en los caminos, tambien son muy convenientes los pozos, que entonces son y se llaman

públicos, y que suplen hasta donde es posible la falta de aguas, cuando no hay un abastecimiento bueno en las poblaciones; su disposicion es análoga á la de los otros, y en ellos son más convenientes, casi se puede decir necesarios, los depósitos ó estanques para regularizar el consumo.

Algunos pozos hay verdaderamente monumentales, de inmensos diámetros y grandísimas profundidades, con rampas, escaleras, depósitos subterráneos, aparatos elevatorios y otras disposiciones que permiten sacar partido del agua, hasta como fuerza motriz; son obras especiales, raras, que más propias parecen para los campos ó en grandes predios rústicos, que para los edificios públicos y particulares de las ciudades (1).

Las sentinas y sumideros no deberian ser otra cosa que pozos absorbentes, es decir, excavaciones tales que descubriesen una capa de terreno, á través de la cual desapareciesen por filtracion todas las aguas sucias que se arrojáran en ellas; la imposibilidad de encontrar siempre esa capa es causa de que, como ya hemos dicho, sean esas obras ordinariamente tan imperfectas y tan inconvenientes.

Todo el mundo sabe lo que son las letrinas, dependencia no ménos necesaria que repugnante de todo edificio; es muy difícil enseñar una buena disposicion para estas partes cuando se las considera de un modo general; nos limitarémos, pues, á indicar las principales condiciones á que deben satisfacer, reservando para más adelante el estudio de las soluciones que para cada especie de edificios se consideran más convenientes.

(1) No nos ocupamos aquí de los pozos artesianos ó fuentes ascendentes, cuyo estudio requiere largos desarrollos y explicaciones que figuran en otras asignaturas. (Véase Dupuit, ya citado.)

Una gran cavidad ó pozo, de seccion transversal más ó ménos grande y de profundidad variable, segun los casos, sirve de depósito para recibir las materias inmundas que proceden de las necesidades orgánicas de la vida animal: es lo que vulgarmente se llama el vaso de la letrina, y que conviene dividir en dos partes distintas, para dirigir separadamente los cuerpos líquidos y los sólidos, cuya mezcla ocasionaria la fermentacion. Una chimenea de ventilacion, que parte del interior del depósito y se eleva muy por cima del techo del edificio, es el medio comunmente empleado para evitar la propagacion de los gases deletéreos y pestilentes que exhala la letrina. Las paredes del vaso deben ser revestidas con mampostería muy buena y cementos de la mejor clase, de manera que sean impermeables; y sobre esos muros se levanta una bóveda, ó en algunas circunstancias se asienta un envigado, hecho con maderas de buena calidad y muy bien saneadas, ó de hierro.

En todos casos es preciso disponer una abertura para el piso bajo, y tubos que, partiendo del depósito, vayan á terminarse en los diferentes pisos del edificio, y sean los conductos para el servicio de ellos. Si las extremidades de estos tubos y la boca del depósito no estuviesen cerradas cuando no se hace de ellas uso, todo el edificio estaria constantemente infestado, y se respiraria en él una atmófera por todo extremo dañosa é insalubre; así, ingeniosas disposiciones mecánicas son hoy generalmente aplicadas para interceptar toda comunicacion entre el interior de los conductos y el

aire exterior, y además para inyectar una corriente de agua que limpia la cubeta de mármol ó porcelana, y arrastra con fuerza los depósitos dirigiéndolos á la letrina.

Pero si esto resuelve acaso satisfactoriamente la cuestion, circunscribiéndola, por ejemplo, á cada piso ó á cada habitacion en una casa particular, es preciso reconocer que subsiste la causa esencial de infeccion, el gérmen constante de insalubridad para el edificio entero, en el vaso ó depósito, en la letrina propiamente dicha, cuya existencia basta para constituir un mal gravísimo que interesa remediar de alguna manera.

Toda precaucion, todo cuidado, por exquisitos que sean, son insuficientes para evitar las causas de infeccion inherentes á este sistema. Expuestos los revestimientos á grietearse ó á experimentar asientos y degradaciones, en un plazo más ó ménos largo se producen escapes á través del terreno, que se comunican á todas las otras partes subterráneas, alteran la pureza de las aguas de pozos y cisternas, y llevan á los sótanos olores insoportables. Encerradas las sustancias de que se trata en un depósito, cuya primera condicion es la de ser cerrado, las aguas que corren por los tubos, y que deben correr con mucha abundancia para conservarlos siempre limpios, van necesariamente á acumularse en el vaso y lo llenan en poco tiempo, obligando á una frecuente limpieza de éste. Esto no seria un mal, admitido el sistema; pero como dicha limpieza va acompañada de remociones y transportes necesarios, sus consecuencias son en todos conceptos deplorables. El tiro de las chimeneas de ventilacion algunas veces es ineficaz, porque puede ser contrariado por tiros

más enérgicos de otras partes próximas del edificio, y habria necesidad de colocar un foco de calor en dicha chimenea, lo cual, en un sitio tan poco visto, tan poco frecuentado, no deja de ofrecer inconvenientes y acaso hasta peligros.

Las disposiciones aplicadas más comunmente, se reducen á dos puntos principales: primero, separacion de la parte líquida y la sólida; segundo, conduccion y extraccion de la primera por las alcantarillas, y desinfeccion de las segundas por medio de sustancias capaces de absorber y neutralizar los gases fétidos y deletéreos en el momento mismo de su produccion.

No es aquí ciertamente en donde tienen cabida los detalles relativos á esos medios, que á la vez desinfectan las letrinas y permiten el aprovechamiento mejor posible de las materias fecales y de los orines, como excelentes abonos para la agricultura, ni tampoco nos detendrémos á enumerar los agentes conocidos de desinfeccion, desde el cloro y varios de sus compuestos, hasta las sales metálicas, como el sulfato neutro de hierro y otras. El arquitecto deberá, sin duda, en un proyecto bien concebido, tener en cuenta esos medios auxiliares y adoptar disposiciones que permitan su diario y fácil empleo; y así, si es preciso establecer conductos, instalar bombas, construir depósitos para los líquidos, y si es asimismo necesario ó conveniente preparar formas propias para que la sustancia desinfectante se esparza bien y fácilmente y sea más eficaz, no deberá olvidar que estas disposiciones caen bajo la jurisdiccion de su estudio, son del dominio de su arte.

Pero no basta eso, hay que indagar más sobre los térmi-

nos difíciles de este problema, y recordar que el espíritu de economía no puede desaparecer de los cálculos ni un instante, y que en muchos casos se encontrará encerrado entre el interés particular, que le pide una cosa, y el interés público y su propia conciencia, que le imponen otras. Si en absoluto miramos la cuestion, y nos hacemos por un momento extraños á toda influencia de circunstancias particulares, no podrémos, en verdad, decir que faltan medios para realizar plenamente el ideal de una disposicion conveniente. No hay razon que nos impida, en efecto, suprimir los depósitos permanentes y sustituirlos por depósitos movibles; no hay razon que nos quite la facultad de hacer separar las materias con toda la perfeccion posible; no hay causa que nos prive de la posibilidad de establecer esos depósitos movibles en galerías subterráneas, perfectamente ventiladas, y eficazmente aisladas de la atmósfera que envuelve al edificio por cámaras de aire, con dobles juegos de comunicaciones para el servicio de la extraccion frecuente de aquellos, como tampoco la hay para no dar á los líquidos la direccion y el destino convenientes; no hay razon que sirva de obstáculo para que á todas esas disposiciones se una la accion eficaz de las sustancias antisépticas ó antipútridas conocidas; y nada hay, finalmente, que en absoluto nos impida adoptar y proyectar un sistema completo, que así responda á todas las necesidades, á todas las conveniencias.

Mas al lado del ideal que la razon concibe, se alza la realidad de lo prácticamente posible, con todas sus limitaciones, y será preciso que el arquitecto atienda y pondere en la balanza de su estudio y de su juicio todas las condiciones que

á su exámen se presenten; así, por ejemplo, muchas de las anteriores disposiciones dependen ante todo de las prescripciones administrativas de la localidad, y hasta del grado de cultura y adelanto de los habitantes, de sus hábitos, de la importancia de su produccion agrícola, de la naturaleza de su suelo, y la mayor ó menor necesidad de enérgicos abonos; dependen otras de la índole del edificio, cuya importancia y gran costo hagan tal vez no sólo posible, sino natural, la aplicacion de procedimientos no ménos caros que útiles, ó cuyo carácter de propiedad particular, por ejemplo, y de finca productiva acaso exija una severa economía; dependen de la abundancia ó escasez de aguas distribuidas en la ciudad, de la existencia ó falta de un sistema de alcantarillado público, etc., etc.

Nos proponemos hacer conocer más adelante al tratar de las varias clases de edificios públicos y particulares que habrémos de estudiar una por una, todo lo más moderno y lo que hoy se considere como última expresion de progreso en esta importante materia; pero ahora, cuando no debemos hacer otra cosa que presentar principios generales de disposicion, bastará que digamos, para concluir, algunas palabras acerca de ellos y sin entrar en detalles.

Cuatro son las disposiciones usadas generalmente:

1.ª *Vasos ó depósitos permanentes*, que son, como los hemos descrito de un modo general, de fondo perdido ó con suelos hidráulicos (zampeados), con paredes impermeables, bóvedas ó cubiertas de madera ó hierro (cuya oxidacion se puede prevenir por medio de sistemas especiales de forjado), tubos de ventilacion (que deben ser de fundicion y no de

barro, para evitar que se grietéen y produzcan escapes de gases), y compuertas de limpieza, que permitan acceso fácil y conveniente extraccion de las materias.

Estos depósitos pueden ser sencillos ó dobles, y en el segundo caso, la separacion de la parte líquida y la sólida se alcanza, ya en el mismo depósito por absorcion y trasvasamiento de la primera, despues de haberlas recibido mezcladas, ya antes de caer en su interior; el fondo (ó zampeado) debe ser cóncavo, y todos los ángulos interiores redondeados; la figura de la planta debe ser tal, que no presente diedros entrantes agudos, aunque sean redondeados por una superficie cilíndrica tangente; así, se debe proscribir la seccion triangular, preferir la circular ó elíptica, ó adoptar, si las circunstancias locales lo exigen, la rectangular; los entrantes agudos facilitan la acumulacion de gases, y dificultan y entorpecen la operacion de la limpieza.

Se debe evitar todo lo posible la presencia de pilares, ó columnas, etc., intermedios, que en la limpieza podrian ser un obstáculo á la trasmision pronta de señales al exterior, y retardarian el auxilio pedido por algun operario (que lo hace tirando de cuerdas ó correas).

Las posiciones respectivas de las aberturas en la bóveda para el paso del conducto por donde caen las materias, y del tubo ó chimenea de ventilacion, deben estar arregladas á una buena ventilacion, de tal modo que la corriente de una á otra recorra en lo posible la mayor dimension del depósito. La manera de colocar estos tubos para que la ventilacion sea eficaz y enérgica ha sido y es objeto de muchas controversias, y para no anticipar ideas incompletas, se nos permitirá la reserva de tratar esta cuestion con la amplitud que su importancia reclama al ocuparnos de los cuarteles y hospitales, en otra parte de este curso.

Las compuertas de limpieza deben estar formadas por un fuerte marco de piedra, con alféizar ó mocheta en que se ajuste una losa que cubra la abertura, y esta debe estar fuera del espacio de la letrina, y aislada de los muros para que alrededor de ella se pueda fácilmente circular; las dimensiones menores admisibles para estas aberturas deben ser $1^m \times 0^m,70$.

Las bases que pueden servir para las proporciones son: la capacidad cúbica, que depende de la naturaleza del edificio y de la mezcla ó separacion de las partes sólida y líquida; la altura de la clave sobre el zampeado, que no ha de bajar de 2 á $2^m,50$; la superficie en planta, no menor de 4^{m2}, y la montea de la bóveda, de medio punto ó escarzana, que será, ó igual á la semiluz, ó $\frac{1}{6}$, lo ménos, de la luz.

2.ª *Depósitos ó recipientes movibles, sin separacion de materias,* y que son de madera (toneles) ó metálicos, fácilmente transportables y muy resistentes.

3.ª *Depósitos ó recipientes movibles, con separacion de sólidos y líquidos,* y conduccion de estos últimos á las alcantarillas ó á estanques cubiertos, de donde por medio de bombas ú otros medios se les extrae para darles el destino conveniente.

Tanto en el segundo como en el tercer sistema, es preciso atender sobre todo á que la situacion de los depósitos en subterráneos ó sótanos especiales, sea tal, que no haya temor de filtraciones, áun en el caso de desbordarse aque-

llos, ó de escapes por causa de averías imprevistas; á este fin, se les coloca ordinariamente sobre pedestales de piedra ó mampostería hidráulica, en cuya cara superior se practica una cavidad en forma de casquete, se disponen zampeados de cemento, lo ménos en una extension de 1 metro superficial debajo del recipiente, y torta hidráulica hasta la altura de 1^m en todas las paredes, elevándola más enfrente de los recipientes. Las menores dimensiones admisibles para estos sótanos son, en plano, $1^m,60 \times 0^m,80$, y en altura, $1^m,75$ á 2^m. Las compuertas para la limpieza deben siempre ser exteriores. La ventilacion es esencial, y conviene mucho que existan dos tubos ascendentes con ese objeto, uno para el mismo recipiente ó depósito movible, y otro para el sótano; pero como no es indispensable en este sistema que aquella sea tan enérgica y activa como en el de vasos ó depósitos permanentes, se podria en algunos casos admitir claraboyas sencillas, si bien con la precisa condicion de que sus bocas de salida estén distantes de los vanos de habitaciones.

Cuando los depósitos movibles están dispuestos para dar salida á los líquidos, no llegando á producirse la fermentacion, principal causa del desprendimiento de gases fétidos, pueden ser situados en sótanos, en pisos bajos y áun en los superiores, siempre que la ventilacion sea constante. Los conductos de evacuacion de los líquidos pueden dirigirse y atravesar por todas partes dentro del edificio; y áun en algunos casos, se hace de ellos uso para dar salida á las aguas súcias, que de ese modo caerian á los depósitos, para ser desde ellos llevadas á las alcantarillas.

Antes de concluir dirémos que el más grande progreso que se ha realizado en estos sistemas, y que los hace ya excelentes, es la extraccion de los recipientes por las mismas alcantarillas, es decir, subterráneamente, sin que el vecindario ni los habitantes del edificio se aperciban siquiera de la operacion, y sin que las emanaciones, de otra suerte inevitables, puedan ser nocivas á la salud pública.

Puesto que ya en la leccion anterior hemos tratado de las cisternas ó aljibes, considerándolos como medios para proveer de agua á los edificios, nos limitarémos aquí á consignar lo relativo á su disposicion, como partes subterráneas de ellos. Conocidos y empleados desde la antigüedad, han sido siempre de análogas formas, y de tal manera fueron en las edificaciones romanas perfectamente dispuestos y hábilmente construidos, que hoy las mejor entendidas disposiciones imitan las descritas y las descubiertas por antiguos historiadores y arqueólogos.

En vez de ser siempre una caja ó depósito subterráneo revestido para recoger y conservar el agua, eran frecuentemente compuestas de dobles y triples cajas separadas por muros paralelos, á través de los cuales el agua se comunicaba de unas á otras divisiones por aberturas ó bocas de paso, que, no estando enfiladas, y forzando así el agua á detenerse en cada parte el tiempo preciso para que cayesen al fondo las materias en suspension, contribuian poderosamente á clarificarla y depurarla; tambien esas paredes divisorias eran algunas veces de poca altura, y entonces el agua pasaba de una parte á otra por decantacion. De uno ú otro modo, lo que desde luego se vé comprobado, y lo dice clara-

mente Vitruvio, es el interés que habia en limpiar y depurar las aguas para hacerlas más saludables y gratas al paladar (1).

Las cisternas antiguas, generalmente situadas en el centro de cada patio (2), eran construidas con tal perfeccion y tan excelentes materiales, que despues de muchos siglos han podido servir y ser usadas sin temor de escapes de agua. Los revestimientos estaban fabricados con una especie de hormigon formado de dos partes de cal viva, cinco de arena muy pura y áspera, y la proporcion conveniente de piedras partidas, hasta que ningun fragmento excediese del peso de una libra (3). Los enlucidos eran de una mezcla hidráulica compuesta de arena, cal y puzolona, que, despues de bien batida, se aplicaba y comprimia fuertemente sobre los muros.

El modo de ejecucion de estas obras era tan sencillo como bien entendido; se practicaban zanjas en el terreno, segun el trazo marcado para lo que hoy llamamos el replanteo; la anchura y la profundidad de dichas zanjas eran iguales respectivamente al espesor y altura de los muros del revestimiento; se vertia en el interior de ellas el hormigon que hemos dicho, y que, apisonado con fuerza, llenaba por completo sus cavidades. Luego que los muros habian adquirido consistencia bastante y se habian secado, se procedia á excavar y extraer el macizo de tierra que habia quedado comprendido entre las paredes, y despues se extendia sobre el fondo un zampeado del mismo hormigon, tambien fuertemente apisonado, y se aplicaba el enlucido hidráulico.

(1) Ea autem loca si duplicia aut triplicia facta fuerint uti percolationibus aquæ transmutari possint, multo salubriorem ejus usum efficient. Limus enim cum habuerit quo subsidat, limpidior aqua fiet et sine odoribus conservabit saporem: si non, salem addi necesse erit et extenuari.....—Vit., *Lib. VIII, Cap. VII.*

(2) Así están los aljibes en las casas de Pompeya.

(3) In signinis autem operibus hæc sunt facienda, uti arena primum puríssima asperrimaque paretur, cementum de silice frangatur ne gravius quam librarium, calx quam vehementissima mortario misceatur, ita ut quinque partes arenæ ad duas calcis respondeant.....—Vit., *Lib. VIII, Cap. VII.*

La libra romana equivale á 12 onzas de Castilla próximamente, ó á 0,34 kilógramos.

En la construccion moderna de los aljibes se emplean diversas especies de materiales: la piedra, ya en grandes sillares, ya como mampostería ordinaria; el ladrillo, ya sólo, ya formando un sistema mixto con la piedra; y finalmente, el hormigon. La sillería no es en estas obras el material más ventajoso, porque á su gran costo reune un gran peso que requeriria mucha firmeza y uniformidad de resistencia en el terreno del fondo; de no ser así, los asientos desiguales de la fábrica, aún suponiendo que no ocasionáran fracturas ó dislocaciones peligrosas, seguramente producirian las grietas suficientes para escapes y filtraciones. Otros materiales más menudos macizados con mezclas fuertes convienen mejor, porque la fábrica, siendo ménos costosa, tiene ménos peso, es de más fácil ejecucion, y viene toda ella á formar como una sola pieza, que si es homogénea, se asienta con bastante uniformidad.

Las mamposterías mixtas presentan el mismo grave defecto de la desigualdad de asientos, como se vé frecuentemente en las cisternas, cuyos revestimientos se componen, por economía, de dos partes: la más próxima al terreno, de mampostería ordinaria, ocupa como las dos terceras partes

del espesor de los muros, y la tercera parte restante de ladrillo, con mezcla hidráulica, es la más próxima al agua. Con ladrillo sólo se hacen muy buenos aljibes, y los muros pueden no ser hechos en todo su espesor con mortero de cemento, bastando hacer así una parte, igual á la longitud de un ladrillo.

El hormigon hidráulico, vaciado como en molde, y formando una construccion monolítica, parece no presentar más que ventajas; su empleo no puede, sin embargo, ser general, porque en las localidades en que no hay buenos cementos, cales hidráulicas y puzolanas naturales seria preciso elevar mucho el costo de la obra. El zampeado, que generalmente se hace de hormigon, á veces vá cubierto por una doble capa de ladrillos ó baldosas con juntas cruzadas, y bien recorridas con cemento, y á veces tambien está sólo revestido de un enlucido de este último material. Conviene siempre que esta parte esencial de la cisterna descanse sobre un emparrillado y plataforma de madera.

Las formas y proporciones de los aljibes están siempre bien indicadas: la seccion recta circular parece convenir por la mayor capacidad y mejores condiciones de resistencia contra los empujes del terreno, á igualdad de cubo de fábrica; pero la mano de obra, que ha de ser muy perfecta siempre en estos revestimientos, es muy costosa en muros cilíndricos ó tronco-cónicos; y por esto generalmente se prefieren las secciones rectangulares, teniendo especial cuidado en redondear con superficies curvas de coincidencia todos los ángulos diedros entrantes; las bóvedas, que cubren las cisternas, se disponen de un modo análogo á las de los pozos, ó bien son sustituidas por entramados fuertes de madera ó hierro, semejantes á los suelos: en uno y otro caso debe existir una abertura para el brocal ó la bomba de servicio. Las bóvedas de directriz peraltada ó de medio punto roban mucho espacio interior, y con las rebajadas se consigue más capacidad, más volúmen de aire y mejor ventilacion. Se acostumbra adoptar la planta rectangular, cuyo lado mayor sea doble del menor; y entonces, dividido el aljibe en dos partes iguales por un muro intermedio, se puede dejar en reposo el agua que una contiene, mientras se consume la de la otra. La capacidad de un aljibe debe estar en relacion con los resultados de las observaciones pluviométricas de la localidad. El material empleado para la construccion de los muros y la naturaleza del terreno sirven para determinar sus espesores, como revestimientos (primera parte: *Tablas),* y el del muro intermedio deberá siempre ser calculado como los del contorno en depósitos superiores al suelo natural, porque se ha de contar con que una de las divisiones puede estar vacía, y llena la otra. Precede generalmente al aljibe un depósito pequeño con capas alternadas de arena y grava, á través de las cuales pasa el agua, dejando en ellas la mayor parte de las materias en suspension que arrastra de los patios, tejados y azoteas.

LECCION XVII.

CALEFACCION.

Antes de entrar en la exposicion de los principios generales que deben presidir al estudio de la composicion de los edificios, es necesario conocer los medios de que se valen el arte y la industria para resolver los importantes problemas de la calefaccion, ventilacion y desinfeccion (1). Sin este prévio conocimiento, seria difícil, si no imposible, comprender las generalidades que hemos de explicar cuando tratemos de la salubridad de los edificios.

(1) Algunas indicaciones hemos hecho en la leccion precedente sobre desinfeccion, y otras presentarémos en la última de esta segunda parte, al tratar de las reglas generales de la disposicion de edificios.

Los términos de este problema pueden ser enunciados, diciendo que su objeto es calentar las habitaciones con el menor gasto inicial de dinero y con el mayor aprovechamiento constante del combustible. El destino del edificio y los recursos de la localidad hacen variar notablemente las soluciones que á cada caso convengan; y á reserva de estudiarlas detalladamente en su aplicacion á los diversos géneros de edificaciones, nos fijarémos aquí en los procedimientos generalmente conocidos y aplicados, sus propiedades esenciales y las ventajas é inconvenientes que son inherentes á cada sistema.

La calefaccion directa por combustion, que es la forma primitiva y la más grosera de alcanzar el objeto, comienza en las fogatas de los salvajes, y termina en los braseros y copas que constituyen su expresion ménos imperfecta. Todo el mundo conoce los graves inconvenientes de semejante manera de caldear las habitaciones, y nadie ignora la funesta accion que ejerce sobre nuestro organismo el desprendimiento de ácido carbónico, óxido de carbono, y efluvios oleosos empireumáticos; accion asfixiante y venenosa, sólo contrariada por corrientes de aire, que casi siempre hacen ilusoria la calefaccion producida.

El empleo de las chimeneas es otro medio muy comun de caldear las habitaciones. La leña y el coke son los combustibles ordinariamente usados; el calor aprovechado por radiacion es sólo la cuarta parte del producido por la combustion de la primera, y la mitad próximamente del producido por la del segundo; y como, aún en los sistemas más perfeccionados, no se utiliza sino una pequeña parte de esas

fracciones, y se reducen estas á 6 por 100 y 12 ½ por 100 respectivamente, se vé desde luego cuán dispendioso y poco conveniente es el sistema, bajo el punto de vista positivo y práctico.

Sin detenernos en explicar la teoría del tiro de las chimeneas, que se estudia en todos los cursos elementales de física, basta recordar que la atraccion ocasionada por dicho tiro sobre el aire de la habitacion no baja en la práctica de 60^{m3} á 100^{m3} por cada kilógramo de leña que se consume; y así, no sólo se pierde y se hace ilusorio casi todo el efecto útil (cuya proporcion ya hemos visto hasta qué punto se reduce), sino que además, en la precision de reemplazar aquel volúmen, se origina una corriente de aire exterior que molesta, enfria y hasta daña á las personas que se hallan, como es costumbre, al lado de la chimenea.

Son ciertamente de grande importancia esos defectos; hay que reconocer, sin embargo, que atenuados unos y casi suprimidos otros por nuevos sistemas y procedimientos, el principal, que subsiste, el costo, se considera compensado por las ventajas de ver la lumbre, de poder aproximar á ella los piés, y de ser, como despues verémos, las chimeneas excelentes aparatos de ventilacion.

Por lo demás, esos procedimientos y sistemas á que hemos aludido realizan los resultados siguientes: aprovechar lo más posible del calor de radiacion adelantando el fuego, practicando derrames abiertos en las paredes del hogar hácia la habitacion, y aumentando el poder reflector de las superficies con el pulimento, el brillo y la blancura de los materiales empleados; reducir el volúmen de aire atraido por el

tiro y extraido de la habitacion, graduándolo por medio de llaves en el tubo, y planchas de pantalla en la boca del hogar; derramar en el recinto caldeado, para sustituir el volúmen de aire que pierde, no el aire frio exterior, sino préviamente calentado en otros departamentos del edificio, ó en tubos ó cajas de palastro ó fundicion que circulen en torno de la lumbre de la misma chimenea, y reciban el calor de ésta, y áun del conducto de humo y productos gaseosos de la combustion; evitar la entrada del humo en la habitacion haciendo desaparecer las causas que lo producen, es decir, los obstáculos en el conducto, el tiro de otra habitacion ó de una caja de escalera próxima, el gran diámetro del tubo, la accion sobre su abertura superior del viento y de las corrientes de aire debidas al calor del sol en los tejados, la comunidad de un conducto de humo para dos ó más chimeneas, la poca longitud de tubo, la insuficiencia de volúmen de aire introducido para satisfacer el tiro.

Las proporciones que la experiencia, de acuerdo con las nociones teóricas, ha establecido como las mejores, son:

Para habitaciones ordinarias: diámetro del tubo, $0^{m},22$ á $0^{m},25$.

Para grandes salas: seccion del conducto, $0^{m2},16$ á $0^{m2},18$ (1).

Las superficies de aberturas para entrada de aire frio deben completar una suma igual á la superficie de la boca de la chimenea; y lo mismo cuando el aire es calentado en

(1) Como la seccion grande, entre ciertos límites, es susceptible de reduccion, y no lo es de ampliacion la pequeña, vale más excederse algo en estas medidas.

habitacion contigua ó en la chimenea; pero si fuese preciso conducirlo por tubos desde alguna distancia, esa proporcion seria inaplicable, y lo más acertado entonces parece hacer las aberturas tan grandes como lo permita el diámetro de dichos tubos, que está impuesto por consideraciones que más adelante harémos al tratar de la calefaccion por aire caliente.

Las chimeneas inglesas de coke y hulla se han generalizado mucho, y parecen preferibles á las de leña, por ser más económicas y aprovechar mucho mejor el calor de la combustion. El hogar en ellas es una especie de cesta formada con barras de hierro en rejilla que contiene el combustible, el cual queda enteramente destacado de la chimenea propiamente dicha, y como si fuera un brasero adherido á una pared de fundicion; en ésta, por detrás y por cima del hogar, se abre una boca estrecha y larga que dá paso á los gases de la combustion.

Dirémos, para terminar con este sistema de calefaccion, que las chimeneas han sido, son y es probable que continúen siendo, el medio más usado y admitido para las habitaciones de edificios privados, y que á las ventajas antes dichas se puede añadir la de que se prestan admirablemente al lujo y elegáncia de una rica exornacion, y contribuyen á dar realce á los salones decorados.

Otro sistema de calefaccion muy usado es el de las estufas. Son unos aparatos cerrados, de barro cocido ó metálicos, dentro de los cuales se opera la combustion, cuyos productos gaseosos se elevan por un tubo. El calor de las paredes del aparato, el del tubo y el del mismo hogar, se trasmiten

por contacto y radiacion al aire de la habitacion. Tambien se acostumbra hacer circular dentro del hogar tubos que reciben aire exterior ó de la misma habitacion, y que comunican el calor que allí reciben al aire de ésta, ó que lo renuevan reemplazando el que la combustion consume.

Con sólo esta ligera descripcion se comprende desde luego que las ventajas del sistema son: sencillez, economía, aprovechamiento casi completo de todo el calor producido y extraordinaria reduccion de la cantidad de aire extraida, que en las estufas apenas excede de la precisa para alimentar la combustion. Pero estas ventajas innegables están compensadas por sérios inconvenientes; no extrayendo sino muy poco aire, la ventilacion es muy poco activa, se calienta aquel de un modo excesivo, y se aumenta en gran manera su poder absorbente de agua, robándolo á los órganos de las personas á quienes rodea, y ocasionándoles malestar y sufrimiento; y si bien este último defecto se puede fácilmente remediar por medio de vasijas llenas de agua aplicadas á las estufas, no así el primero, que hace de ellas un medio muy defectuoso de ventilar. Añádase á esto que no se vé el fuego (lo cual generalmente gusta), y sobre todo, que cuando las estufas son de barro cocido, el calor se trasmite muy lentamente, se hienden y destruyen en poco tiempo, y no admiten otro combustible que la leña, aunque se las revista de ladrillos refractarios, y se coloque el coke ó la hulla sobre gradillas; y cuando son de palastro ó hierro fundido, aunque más sólidas, más duraderas, más económicas y más propias para calentar pronto y bien, producen olor y alteran el aire; finalmente, observaciones y experimentos recientes han demostrado que en las de fundicion hay siempre traspiracion de óxido de carbono.

Considerando todas estas circunstancias, se puede afirmar que en la generalidad de los casos se preferirá para las habitaciones ordinarias el sistema de chimeneas, y que cuando pueda convenir el de estufas, será mejor establecerlas fuera de dichas habitaciones para calentar el aire encerrado en tubos, y enviarlo á ellas por aberturas ó bocas convenientemente dispuestas, que conviene no bajen de $0^{m},25 \times 0^{m},32$ de superficie.

Una estufa cuya boca puede ser abierta ó cerrada á voluntad, reune en sí el doble carácter de chimenea-estufa, y podria, en ciertas aplicaciones, ser una solucion satisfactoria.

Como datos prácticos, se estima que para 80^{m3} de aire se necesita $1\frac{1}{2}$ litro de agua en veinticuatro horas, y que para 100^{m3} de aire caldeado en buenas condiciones, se necesita 1^{m2} de superficie que trasmita y comunique calor.

CALORÍFEROS.

Los procedimientos anteriores no son aplicables de un modo ventajoso á grandes edificios con numerosas dependencias; y para estos casos interesa disponer los medios de calefaccion, de manera que un sólo centro de produccion de calor extienda su accion útil á todos los puntos del edificio,

Tal es la idea de los caloríferos, que son de diferentes clases, y que, con propiedades distintas, son aplicables unos ú otros, segun las circunstancias especiales de cada caso.

PRIMER SISTEMA.—*Aire caliente.*

Si se toma aire frio exterior, se le hace pasar por un foco de combustion dentro de una cámara bien cerrada y se le dirige, ya calentado, desde allí á todas las habitaciones que se quiere caldear, se conseguirá indudablemente el objeto propuesto. Como se vé, no es este procedimiento más que una ampliacion del que hemos explicado para emplear las estufas fuera de las habitaciones.

Hay, pues, aquí dos partes esenciales: primera, el calorífero propiamente dicho, que se compone de un aparato con hogar en donde arde el combustible, conducto de humo y fuertes paredes de fábrica que limitan la cámara en que se calienta el aire, y que evitan las pérdidas de calor; segunda, tubos de conduccion de aire caliente que, partiendo de dicha cámara, se dirigen á todas las habitaciones.

Como el aire caliente por su menor densidad tiende á elevarse, seria impropio y ocasionado á pérdidas dirigir su movimiento en otro sentido que el vertical ascendente; por tanto, se deberá siempre procurar que el calorífero, es decir, la primera de las dos partes dichas, esté situado en los parages más bajos de los edificios, esto es, en los sótanos. Si para las paredes de la cámara de aire caliente conviene un material que no trasmita calor al exterior, para las del aparato que encierra el combustible interesa lo contrario, y por eso, así

como para ocupar el menor espacio posible, se las hace siempre de hierro.

Los conductos del humo, además de estar perfectamente ajustados para evitar escapes, que, mezclados con el aire de la cámara, irian á las habitaciones, deben no tener muchos codos ni cambios bruscos, porque si bien es verdad que aumentando su circulacion por la cámara se aprovecha más su calor, no es ménos cierto que esas vueltas y cambios y ese enfriamiento excesivo del humo, entorpecen y dificultan el tiro y hacen por tanto languidecer la combustion en el aparato. No es esto decir que el tubo de humo vaya directamente desde el aparato hasta el exterior, porque así se perderia sin ventaja alguna demasiado calor; se puede, por ejemplo, dirigirlo verticalmente primero hácia arriba y despues hácia abajo de modo que el aire fresco que lo rodea vaya calentándose progresivamente á medida que se eleva en la cámara.

Si el calorífero no diera paso á mucho volúmen de aire, ó si no tuviese numerosas bocas ó aberturas para evacuarlo, se calentaria éste demasiado por estar largo tiempo detenido en la cámara, y además su excesivo calor, impidiendo el enfriamiento del humo, daria lugar á una verdadera pérdida de efecto, que constituye gasto improductivo de combustible. Es preciso no olvidar la necesidad de tener vasijas con el agua suficiente para darla al aire calentado.

Los caloríferos de aire bien construidos y establecidos producen un efecto útil igual á las dos terceras y hasta las tres cuartas partes del que dá la combustion en el aparato; pero contando sólo (como es prudente) la mitad, podrémos decir que por cada 100^{ms} de aire en la habitacion cuya tem-

peratura sea preciso elevar, por ejemplo en 15°, el consumo de combustible se calculará así:

3^{m3} de aire: para elevar en 1° su temperatura.... 1 unidad de calor (1).

100^{m3} de aire: para elevar en 15° su temperatura.... x unidades de calor....

$$x = 499,95 \quad \text{ó sea} \quad x = 500 \text{ unidades de calor;}$$

y añadiendo otro tanto por pérdidas en tubos en distribucion, etc., dirémos que se necesitará que el efecto útil del calorífero sea 1000 unidades de calor, lo cual exige que el efecto de la combustion sea (tomando el tipo prudente) 2000 unidades, y quemar así $0^k,33$ de coke ó $0^k,55$ de leña seca.

Por medio de proporciones análogas se calcula el combustible necesario por hora para conservar en una habitacion una temperatura constante de 15° á 20°, que es lo más comun; y si se quiere, se puede admitir el dato práctico de 1000 á 1500 unidades de calor, es decir, 2000 á 3000 de efecto útil por hora para conservar 100^{m3} de aire en la habitacion á la temperatura indicada. Aplicando á este dato el cálculo anterior, resulta por hora $0^k,66$ á 1^k coke, y $1^k,10$ á $1^k,65$ leña seca (2).

Las proporciones admitidas para esta parte del sistema,

(1) Se sabe que esta unidad indica el calor necesario para aumentar en 1° centígrado la temperatura de un kilógramo de agua.

(2) Un kilógramo de coke produce 6500 unidades de calor, y un kilógramo de leña 3600.

es decir, para el calorífero propiamente dicho, son: 2^{m2} de superficie que trasmite y comunica calor por cada kilógramo de coke ó por cada dos de leña que se deba quemar por hora; seccion de conductos de humo $0^{m2},02$ y superficie de la rejilla en el hogar $0^{m2},05$ para la misma cantidad de combustible dicha.

Dentro de las ideas y principios generales que acabamos de indicar, bien se comprende que la industria ha podido crear, y ha creado en efecto, multitud de disposiciones distintas de caloríferos, más ó ménos ingeniosas, más ó ménos convenientes; y seria largo é impropio del objeto que aquí nos proponemos darlas á conocer con detalles, que, despues de todo, no se diferencian mucho. Indicarémos algunas: 1.ª: consiste en un tubo cilíndrico de fundicion, por dentro del cual suben el humo y los productos gaseosos de la combustion operada sobre una rejilla cerca de su fondo, para bajar despues por una série de tubos horizontales que los conducen á otro tubo vertical, por donde llegan á la chimenea de salida; todo el sistema, encerrado entre muros de fábrica de ladrillo, comprende el espacio que hemos llamado cámara, dentro de la cual circula el aire procedente del exterior, calentándose al contacto de los tubos, despues de haber pasado alrededor del hogar; 2.ª: es una cámara con paredes de ladrillo y hogar inferior; la llama y el humo envuelven y calientan una série de tubos en zig-zag, por dentro de los cuales se eleva el aire desde la boca inferior de entrada hasta la otra extremidad superior que le dá salida, ya caliente, para la distribucion; 3.ª: se compone de un hogar dentro de una campana de fundicion, terminada superior-

mente por el tubo vertical que conduce la llama y el humo y dirige este último por medio de un brazo horizontal superior, y á uno y otro lado, por dentro de dos séries de tubos tambien horizontales, á otro inferior que le dá paso á la chimenea de salida. La cámara de mampostería que encierra el sistema está dividida en dos partes por un murete de ladrillo levantado entre la campana de fundicion y el sistema de tubos descendentes; el aire frio tiene dos entradas, una inferior directa al espacio ocupado por los tubos y otra doble por conductos abiertos en el macizo de asiento de fábrica á los dos lados de la campana; ambas columnas de aire ascendentes, circulando y calentándose al contacto y por radiacion de la campana y de los tubos, se reune en la parte superior no dividida de la cámara, para desde allí pasar á los conductos de distribucion.

Una circunstancia que es esencial y conviene tener presente en todas las disposiciones, es el establecimiento de aberturas en los muros, por las cuales sea fácil penetrar en la cámara para inspeccionarla con frecuencia y reparar con oportunidad los deterioros; asimismo interesa que los tubos puedan ser examinados, reconocidos y renovados fácilmente en caso de necesidad.

La segunda parte del sistema, la destinada á conducir y distribuir el aire caliente, está compuesta de un depósito de orígen, que puede ser independiente (caja de palastro), ó estar en la misma cámara del calorífero, y de los tubos de distribucion y conduccion que, partiendo de ese depósito, se ramifican y extienden por todo el edificio.

El depósito superior al calorífero, que ya hemos dicho

conviene situar en los sótanos, sirve para graduar, regularizar y uniformar la temperatura.

Los tubos principales ó maestros deben no presentar cambios de direccion bruscos ni muy frecuentes, y los codos que sean indispensables deben estar redondeados para evitar toda dificultad al movimiento del aire caliente; tambien se debe procurar que esos tubos no se reunan en conductos comunes porque se podria así dar lugar á retrocesos análogos á los que explicamos para las chimeneas de un solo conducto. Es necesario que haya una llave de registro en el punto de partida de cada tubo maestro, no sólo para graduar el volúmen de aire que deba pasar, sino para cerrarlo por completo, segun las necesidades del servicio.

Contando con una velocidad sólo de $0^m,50$, dentro de los tubos principales por efecto de los codos y estrechamiento de la seccion, será preciso que tengan grandes diámetros, y si de ellos parten otros tubos secundarios, deberán las secciones de aquellos ser iguales á la suma de las de estos, y las uniones de unos y otros en ángulos no muy agudos y redondeados.

Aunque los tubos están generalmente ocultos en las mamposterías, no deben hallarse en contacto directo con ellas para no perder calor, y al llegar á la altura conveniente se vuelven en direccion horizontal hasta las bocas cubiertas con tela metálica por donde se introduce el aire caliente en las habitaciones.

La direccion horizontal de los tubos es, como hemos ya indicado, inconveniente; pero como en muchas circunstancias será preciso caldear habitaciones distantes y entonces

sería inevitable el uso de tubos horizontales ó inclinados con muy poca pendiente, debemos decir que convendrá en tales casos establecer más de un calorífero, en vez de aceptar los inconvenientes de la poca velocidad del aire caliente y su grande enfriamiento.

Sin duda es ocioso insistir en la necesidad de facilitar por medios eficaces la salida del aire viciado de las habitaciones para dejar un vacío que ha de ocupar el que los conductos llevan; una chimenea ó una caja de escalera próxima ó ventiladores bien situados, podrán casi siempre ser suficientes, y no es presumible que se tenga que recurrir á los medios mecánicos de ventilacion, de que harémos mencion más adelante.

Cuando los tubos de distribucion deban extenderse á varios pisos, ocurre una dificultad que se consigue pocas veces salvar; la mayor velocidad y fuerza de ascension del aire caliente en los conductos más largos y elevados que lo llevan á los pisos superiores, son causa de una atraccion ó aspiracion enérgica, que priva á los inferiores del volúmen que en la reparticion se les destina. Si para evitarlo se establecieran tantos sistemas como pisos, haciendo independiente el servicio de cada uno, el procedimiento seria por extremo dispendioso; y lo que se puede hacer es dividir el depósito de orígen en partes distintas, que alimentadas por el calorífero, sirvan de puntos de partida diferentes para los respectivos sistemas de distribucion.

Con lo explicado basta para comprender que las ventajas principales de la calefaccion por medio del aire caliente son: primera, economía de instalacion; segunda, fácil entretenimiento; tercera, ocupar poco espacio; cuarta, facilidad en el transporte del calor. Y sus inconvenientes son: primero, que es difícil, costosa y á veces imposible económicamente la colocacion de tubos de gran diámetro por dentro de muros y á través de pisos de un edificio ya construido; segundo, las dificultades de la distribucion del calor en varios pisos; tercero, la necesidad de evitar tubos horizontales ó poco inclinados, porque si las condiciones del edificio lo reclaman, y se apela al establecimiento de varios caloríferos separados, se hacen entonces ilusorias las ventajas de centralizacion del servicio y de instalacion económica; cuarto, el olor que suele contraer el aire, alterándose al contacto de superficies de fundicion enrojecida, y la necesidad de un cuidado esquisito para que jamás falte al aire caliente agua bastante que absorber; en este punto un descuido ó negligencia puede ocasionar grandes molestias y sufrimientos á las personas; quinto, para que el transporte sea fácil, expedito y rápido, se necesita limitar á cortas extensiones la accion del sistema; sin esto sobrevendria el enfriamiento, que es muy rápido tambien y constituye uno de los principales inconvenientes.

SEGUNDO SISTEMA.— *Vapor de agua.*

La idea que sirve de base á este procedimiento es la siguiente: cuando elevando la temperatura del agua se la convierte en vapor, absorbe éste y retiene una cantidad de calor latente; si se efectúa la condensacion del vapor, se produce y trasmite una considerable cantidad de calor, que se puede aprovechar para la calefaccion de los edificios.

Para hacer práctica la aplicacion de esta propiedad, es pues, necesario establecer tres partes distintas: primera, un aparato productor del vapor de agua; segunda, tubos de conduccion, y tercera, aparatos de condensacion.

El aparato generador es una caldera de vapor, ni más ni ménos, y como ella susceptible de multitud de formas y disposiciones, que no es este lugar de describir. Generalmente se emplea las de baja presion, y ésta rara vez llega á media atmósfera, á no ser cuando se comienza el juego del sistema, porque entonces precisa expulsar el aire, y dirigir rápidamente el vapor á los puntos más apartados; por lo demás, una presion más alta, siendo casi siempre innecesaria para el servicio á que se aplica, constituirá una pérdida efectiva de calor y de dinero. Es claro que si para otros usos distintos del que aquí tratamos, existe en el edificio una máquina de vapor cuya caldera lo produce á mayor presion y se puede aprovechar, por expansion, lo necesario para aquel objeto, la solucion no podrá ser más satisfactoria; así sucede en los establecimientos industriales, fábricas, talleres, etc., etc.

Las calderas empleadas generalmente son de cobre ó de palastro: las primeras son más caras, pero resisten bien la oxidacion; las segundas, que consumen igual cantidad de combustible que las primeras, presentan algunas veces, segun se ha observado, ciertos depósitos adheridos á sus paredes; pero además de ser muy leves, se han formado en un largo período de tiempo. Las más usadas son, sin embargo, las de palastro.

Los tubos de conduccion del vapor suelen ser largos, porque precisamente una de las principales ventajas de su

aplicacion es la de permitir extender su accion á grandes distancias; pero esa gran longitud haria preciso un aumento de presion para vencer las resistencias pasivas; y como interesa bajo el punto de vista económico, no dar una presion excesiva en el generador, conviene en este concepto que los tubos tengan diámetros relativamente grandes; pero esta ventaja está compensada por un inconveniente de importancia: se aumenta la superficie de contacto con el aire, hay enfriamiento, se pierde calor y dinero, y se originan condensaciones en los tubos, que no están destinados más que á conducir vapor. Se podria, sin duda, darles tambien el carácter de medios de calefaccion; mas es bueno observar que entonces deberian llenar los tubos dos servicios distintos á la vez, que rara vez se concilian bien, como se vé claramente al considerar que el agua de condensacion constituye una dificultad para la circulacion y movimiento del vapor, y produce una pérdida efectiva de tension y velocidad. En las aplicaciones se considera conveniente un diámetro interior de $0^{m},11$, cuando las calderas se establecen para trabajar á baja presion; pero si esta debe pasar de dos atmósferas, se disminuye el diámetro, y entonces se toma como mínimum $0^{m},035$, y se añade $0^{m},0015$ por cada caballo de fuerza del generador.

Para evitar los escapes de vapor, las roturas y dislocaciones ocasionadas por las fuertes sacudidas y violentas conmociones, así como por la debilidad del material y la falta de libertad en las contracciones y dilataciones de los tubos, es indispensable que sus empalmes se ajusten con toda perfeccion; que las cañerías estén sólidamente establecidas,

aunque no con tal fijeza é invariabilidad, que no permita el necesario juego producido por las variaciones de temperatura; que tengan la pendiente debida para que corra el agua de condensacion por poca que sea; que ésta se reduzca á lo ménos posible envolviendo los tubos con orillos de paño y trenzas de heno revestidas de una capa de yeso; que no se empleen jamás tubos de plomo; que los de gran diámetro sean de fundicion, pudiendo los demás ser de hierro laminado ó cobre; que su colocacion permita inspecciones y reconocimientos frecuentes; que cuando atraviesen suelos y deban estar alojados en su espesor, se les coloque en canales cubiertas con planchas movibles.

Los aparatos de condensacion, en cuyo interior se produce el calor, y por cuyas paredes se trasmite al aire de la habitacion, pueden ser de cobre, fundicion ó palastro, y de formas muy diferentes. Unas veces son cajas prismáticas, adheridas ó destacadas de los muros; otras imitan las estufas ordinarias, otras figuran pedestales, etc., etc.; en todas entra el buen gusto y el arte á hacer agradable su aspecto, y se esfuerzan por ponerlo en armonía con la decoracion de la sala en que se los establece.

Las proporciones que corresponde dar á estos recipientes dependen de la cantidad ó volúmen de aire que se ha de caldear; este es un dato; tambien es preciso considerar la clase de metal empleado, su brillo y pulimento, porque esto influye en la cantidad de calor trasmitida al aire por el aparato. Hay tablas que dan la cantidad de vapor condensado y el número de unidades de calor trasmitido por 1^{m2} de diversos metales, cuyas superficies están más ó ménos brillantes

y pulimentadas; esas tablas indican que los metales negruzcos y de superficies groseras y escabrosas trasmiten mucho más calor que los trabajados con esmero; indican tambien que la fundicion limpia y el palastro nuevo, que son los empleados al instalar los aparatos, trasmiten 990 á 995 unidades de calor, condensando $1^{k},80$ á $1^{k},81$ de vapor por cada metro cuadrado de superficie en una hora; y que la fundicion ennegrecida y el palastro oxidado ó carcomido dan resultados bien diferentes.

Con estos datos, y sabiendo que una unidad de calor eleva en 1° centígrado la temperatura de 3^{m3} de aire, seria muy fácil determinar la superficie total de trasmision y comunicacion de calor que deberian tener los recipientes, si no hubiese pérdidas que es necesario calcular y que son debidas, ya á los muros de la habitacion, ya á los cristales de los vanos, ya á la ventilacion. La primera de estas pérdidas, así como la cantidad de calor necesaria para calentar las paredes de la sala, se pueden calcular por medio de fórmulas dadas por Peclet, y añadiendo este término al anterior, resultaria el número de unidades de calor que se deberia trasmitir; dividiendo éste número por 990, el problema quedaria resuleto. Más fácil es, sin embargo, partir del dato práctico siguiente: 1^{m2} de superficie de palastro ó fundicion del recipiente bastará para calentar y conservar á 15°... 70^{m3} de aire en una habitacion cuyos muros y vanos tengan las proporciones ordinarias; de este modo el cálculo es sencillísimo. Para apreciar el valor de la segunda pérdida indicada, necesitamos entrar en detalles sobre ventilacion, que despues expondrémos.

En los aparatos de condensacion hay que considerar además un tubo que introduce el vapor, otro que dá salida al aire y el tercero para extraer el agua de condensacion. El primero, que penetra en el recipiente por su fondo, se eleva bastante en su interior para que el agua que se acumula debajo no entorpezca la fácil proyeccion del vapor; el segundo debe partir de la region más alta interior del vaso, y atravesando su fondo, salir al exterior: este tubo es esencialísimo, porque si el vapor á su entrada se mezclase con el aire, la condensacion, y por consiguiente la calefaccion, se harian en pésimas condiciones; el último tubo, en fin, tiene su boca en el fondo mismo del recipiente, y lleva el agua á la caldera generadora directamente, si es posible, y si esto presenta dificultades, á un depósito de donde se extrae por medio de bombas y pasa á la caldera por cañerías.

En la imposibilidad de extendernos demasiado, omitimos los ejemplos que aquí seria tal vez oportuno presentar, para fijar mejor las ideas y principios explicados, y nos limitamos á recomendar el estudio de esta materia en las obras especiales.

Este sistema de calefaccion por vapor de agua ofrece muy grandes ventajas, que son las siguientes: primera, rapidez de accion; segunda, alcanza á las mayores distancias; tercera, se distribuye y regula como se quiere con sólo el auxilio de llaves; cuarta, sus tubos de conduccion pueden circular en todas las direcciones, atravesar muros, alojarse en suelos, etc., etc., sin dificultad, porque los diámetros son pequeños; quinta, en un tiempo corto trasmite cantidades de calor superiores á todo lo conocido en otros procedimientos.

Sus inconvenientes principales son: los escapes de vapor, que no siempre es fácil evitar completamente; la imposibilidad de graduar y moderar con igualdad el calor trasmitido, que siempre ha de ser el que por su propia condicion produce; y finalmente, el muy rápido, casi instantáneo enfriamiento.

El gasto de instalacion y áun los de conservacion y entretenimiento son ciertamente muy elevados; pero como no hay que pensar en establecer este sistema en edificios de mediana importancia, sino en grandes edificios públicos de proporciones extraordinarias, la economía no debe medirse por la cifra, sino por el resultado que se alcanza. En los establecimientos industriales, fábricas, etc., etc., ya hemos dicho que, no siendo en general preciso producir vapor en calderas especiales, sino aprovechar por expansion el de las máquinas que en ellos hay, la economía se realiza en términos muy ventajosos.

TERCER SISTEMA.—*Circulacion de agua caliente.*

Un gran vaso ó depósito lleno de agua y cerrado tiene en sus paredes dos aberturas, en las cuales se ajustan perfectamente las dos extremidades de un tubo, cuyo desarrollo sigue formas cualesquiera, de modo que el conjunto del vaso y del tubo constituye en realidad un circuito contínuo, y el primero no es otra cosa que un ensanche del segundo, practicado en su punto más bajo.

Si debajo del fondo del vaso, es decir, del punto inferior del circuito, se establece un foco de calor, es claro que se

determina inmediatamente una diferencia de densidades en las distintas partes de la masa líquida, y se produce el movimiento circulatorio; lo ménos denso se eleva, lo más denso baja, ó en otros términos, el agua primero calentada forma una columna ascendente, y la que áun está fria ó ménos caliente forma otra columna descendente; la primera lleva en su masa el calor que el hogar le ha comunicado, y á medida que se eleva va trasmitiéndolo á través de las paredes del tubo, al aire que le rodea, llega al punto más alto del circuito, y sigue perdiendo calor, ó dándoselo al aire, bajando despues y enfriándose en su movimiento descendente, hasta volver al vaso de que partió, en donde vuelve á calentarse para ascender nuevamente. Y como esta misma marcha siguen todas las porciones elementales de la columna líquida, la circulacion existirá siempre, y no será interrumpida en tanto que haya diferencia de densidades, la cual está asegurada por poco intenso que sea el foco de calor.

Tal es la esencia y el fundamento de este sistema de calefaccion, cuyas partes constituyentes son un aparato con hogar que viene á ser una caldera ó vaso, y un tubo que, partiendo de lo más alto de dicho aparato, se eleva mucho ó poco y baja luego circulando por todas las habitaciones que es preciso caldear, hasta volver por la parte inferior al recipiente de que salió.

El vaso podrá ser abierto si el tubo ha de elevarse á poca altura sobre el nivel del agua (1 metro próximamente); pero deberá ser cerrado en el caso contrario, porque la presion atmosférica no bastaria á contener la caida de toda la masa de agua producida por su peso, y entonces se vaciarian los

tubos. En cuanto á la parte destinada á trasmision y distribucion del calor, está compuesta, ya de tubos solamente, ya de tubos y cajas de agua interpuestas en su trayecto, y que no interrumpen la circulacion del líquido, ya en fin, de cajas de fundicion dentro de las cuales pasan los tubos, y que calientan el aire exterior atraido á las habitaciones, viniendo de este modo á constituir un sistema mixto de aire y agua caliente.

Dos clases de aparatos de circulacion existen y son aplicados.

Primero: de baja presion. Segundo: de alta presion.

1.º—*Baja presion.* Cuando la carga de la columna líquida sobre el depósito ó vaso, en donde el agua se calienta al fuego del hogar, no pasa de una atmósfera, ese vaso ó depósito puede estar y áun conviene que esté abierto. Como en este supuesto la altura de la columna de agua, y la velocidad con que el líquido se mueve dentro del tubo son pequeñas, es claro que la seccion transversal deberá ser grande, y los diámetros se fijan generalmente entre $0^{m},11$ y $0^{m},15$. Los tubos que no tienen por objeto trasmitir calor al aire son de $0^{m},08$ diámetro.

El problema que se ha de resolver para el establecimiento de todo el aparato es determinar la superficie de trasmision y comunicacion de calor necesaria para poner y consevar la temperatura de una habitacion dada á cierto número de grados termométricos.

Para hacer esta determinacion, se puede proceder así: 990 unidades de calor por hora ponen y conservan 70^{m3} de aire á 15º centígrados.

Si con vapor á 100°.... 1^{m^2} de superficie de fundicion emite 990 unidades de calor á una atmófera de 15°.
Con agua á 80°.... 1^{m^2} de id. id. id., emitirá x id. á id. id. id.

Se admite que $100° - 15° : 80° - 15° :: 990 : x = 757$ unidades de calor (principio de Newton)... valor aproximado.

Si 1^{m^2} de superficie de fundicion emite 757 unidades de calor. . . . . x^{m^2}.... id. id. id.... id. . . . . 990 id. } $x = 1^{m^2},30$, y en la práctica $1^{m^2},75$.

Si queremos saber cuántos metros cúbicos de aire son caldeados por 1^{m^2} superficie de fundicion

$$70^{m^3} : 1^{m^2},30 :: x''^{m^3} : 1^{m^2} \quad \ldots. \quad x'' = \frac{70}{1,30} = 53^{m^3},85\ldots.$$

y en la práctica

$$x'' = 40^{m^3}.$$

Y si, al contrario, queremos pasar de la capacidad 70^{m^3} á la superficie de fundicion x' partiendo del valor práctico de $x'' = 40^{m^3}$

$$40^{m^3} : 1^{m^2} :: 70^{m^3} : x \quad \ldots. \quad x = \frac{7}{4} = 1^{m^2},75\ldots.$$

como antes.

Este resultado, en el cual están ya comprendidas las pérdidas por muros y cristales, es suficiente para los casos en que la parte del sistema destinada á trasmitir y comunicar

calor á la habitacion, está compuesta de tubos solos que circulan dentro de ella (lo cual es muy poco ó nada usado por incómodo y de mal aspecto), ó de cajas de fundicion llenas de agua, tambien situadas dentro de la misma habitacion, cuyas cajas (llamadas comunmente estufas de agua, y susceptibles de decoracion y de elegantes formas) se enlazan con la tubería, formando con ella el circuito que es ó puede considerarse contínuo.

Pero si para evitar la presencia, dentro de una sala, ya de tubos, ya de estufas, se quisiera adoptar el medio de colocar las cajas de fundicion fuera de ella, y dirigir hácia el interior aire calentado por el agua, que es el sistema mixto de que antes hemos hablado, entonces al valor de x', deducido arriba, seria preciso añadir un término que diera la superficie necesaria para elevar la temperatura del aire exterior al grado de calor de la sala, ó lo que es lo mismo, para compensar la pérdida debida á la expulsion de un volúmen de aire, igual al que entra en la habitacion; de manera que si aquella es, por ejemplo, $-5°$, y éste $+15°$, dicho término será, para 70^{m^3} de aire

$$\frac{70}{3} \times \left(15° - (-5°)\right) \frac{1,75}{990} = 466,66 \times \frac{1,75}{990} = 0^{m^2},82 \text{ (1)}.$$

(1) Las proporciones de que se deduce este valor son:
$1^{m^2},75 : 990$ unidades de calor :: $x^{m^2} : x'$ unidades de calor. . . . .
x'.... unidades de calor : $15° - (-5°) :: x''$ unidades de calor : 1°. . . . .
x''.... unidades de calor : 70^{m^3} :: 1 unidad de calor : 3^{m^3}. . . . .
} $x = x' \frac{1,75}{990}$, $x' = x''\left(15° - (-5)\right)$, $x'' = \frac{70}{3}$.
de donde resulta.... $x^{m^2} = \frac{70}{3}\left(15° - (-5°)\right) \times \frac{1,75}{990}$.

Como se vé, la necesidad de cerca de 1^{m2} más de superficie para el ejemplo considerado, y acaso más aún para otros casos, constituye una verdadera desventaja de este procedimiento mixto, y creemos que la solucion más favorable podrá ser la de colocar en el interior de las habitaciones las estufas de agua, teniendo en cuenta que estas, aunque inteterrumpan la continuidad de la tubería, no detienen la circulacion del agua, si la columna ascendente lleva fuerza bastante de elevacion para permitir que la descendente se vuelva en pequeños recodos hácia arriba, para verterse en la caja ó estufa por su parte superior, y continuar despues bajando á partir de su fondo ó parte inferior.

Los aparatos en que el agua se calienta, los tubos en que circula y las estufas ó cajas pueden ser de fundicion, palastro ó cobre. Más fuertes los construidos con el primer metal, es siempre preferido éste para los tubos y para las estufas, que fácilmente pueden así recibir formas elegantes y artísticas; pero cuando los aparatos de calentar el agua son muy grandes, se prefiere para ellos por el menor peso y menor gasto el palastro, que casi nunca se usa para los tubos; en cuanto al cobre, su mayor costo no es bastante compensado por su mayor duracion indudable.

Conocido el número de unidades de calor que el agua debe encerrar al salir del aparato en donde está el hogar, es fácil determinar su superficie metálica, y el consumo de combustible necesario para producir aquellas; pero se debe siempre contar un exceso de 25 por 100.

Las formas y proporciones de estos aparatos son muy variables; los muy grandes tienen la ventaja de que, despues

de apagado el hogar, conservan por muchas horas el calor, pero reclaman tambien más tiempo para calentarse; lo cual es en muchas circunstancias un inconveniente gravísimo; se debe hacer el cálculo de la capacidad de manera que, estando llenos los tubos y en circulacion el líquido, haya en el aparato bastante volúmen de agua para que su temperatura no se eleve más de lo conveniente, con pérdida inútil de combustible y dinero.

Despues de totalizar el número de unidades de calor que requieren todas las habitaciones, incluyendo las pérdidas ocasionadas por varias causas, se determinará el consumo de combustible por una sencilla division de dicho total por 3500, si se emplea el coke; por 1500, si es la leña; los cocientes expresarán los kilógramos necesarios para producirlas.

Los sótanos de los edificios son los puntos más propios para el establecimiento de los aparatos con su hogar; y algunas veces podrá convenir aprovechar el humo haciendo circular el tubo que le dá paso de modo que caliente el aire de algunas habitaciones.

Si el agua encerrada en los tubos no pudiera dilatarse con libertad, habria roturas; para evitarlas, se sitúan en los puntos más altos de la tubería vasos abiertos, cuando el sistema es, como el que estamos describiendo, de baja presion; estos vasos dan además salida al aire del aparato, y sirven para llenar éste de agua.

2.°—*Alta presion.* Este sistema está fundado en los mismos principios que el anterior; el procedimiento sólo se distingue del que precede en que, como indica su nombre, el aparato trabaja con presion fuerte y la consiguiente mayor

temperatura del agua, que en el otro jamás pasa de 100 grados. Como desde luego se comprende, el aparato no es aquí un vaso abierto con hogar, sino una verdadera caldera cerrada, y los tubos que de ella parten vienen á ser como ramificaciones suyas.

Las superficies pueden ser menores, los diámetros pequeños, y por tanto los tubos atraviesan con ménos dificultad paredes y pisos; la velocidad del agua es mayor, y la calefaccion es más completa.

Enfrente de todas estas ventajas, hay un inconveniente grave, que es la posibilidad de accidentes que ocasionen explosiones, pues aún suponiendo que los ensayos y las pruebas que se hagan con los aparatos, antes de su establecimiento, aseguren su resistencia á presiones superiores á la máxima que en servicio se emplee, hay que observar y tener presente que el palastro se oxida, se altera, que las uniones se degradan con el tiempo y con el uso, y que accidentes imprevistos, á veces inexplicables, dan á aquella garantía un valor relativo solamente; despues de todo, sólo la disminucion de presion y la solidez de los aparatos pueden inspirar en este punto una seguridad absoluta.

Una disposicion muy empleada en Francia es la siguiente: una caldera de palastro y fundicion, con hogar interior; un tubo de bastante diámetro que parte de ella y se eleva hasta lo más alto del edificio; un depósito ó vaso superior, que es abierto cuando se ha de trabajar con baja presion, y cerrado con válvula de seguridad cuando las presiones son fuertes para obtener más alta temperatura; tubos descendentes que parten de ese vaso ó depósito, y que llevan el agua

caliente á estufas de agua en cada piso, de cuyo fondo parte otro tubo hácia abajo, y así sucesivamente hasta volver el agua á la caldera de que salió.

Otro medio muy frecuente en Inglaterra, consiste en un sólo tubo contínuo que, retorcido primero en forma de serpentin, recibe el calor del hogar, cuya llama lo envuelve; el mismo tubo se extiende y continúa elevándose hasta lo más alto del edificio, en donde vuelve á retorcerse, en forma tambien de serpentin, para extenderse luego bajando hasta el piso inmediato inferior, en el cual se arrolla y retuerce otra vez, y sigue así sucesivamente siendo tubo recto descendente entre piso y piso y serpentin en cada uno de estos, hasta volver al del hogar, en donde el circuito se cierra, sin presentar solucion alguna de continuidad.

Se vé que el serpentin inferior es la caldera, el superior es el vaso ó depósito de expansion, en el cual se aplican dos tubos verticales, uno para la salida del aire acumulado, y otro para reponer las pérdidas de agua por la evaporacion, y los intermedios establecidos en los diferentes pisos no son otra cosa que las estufas de agua. Tanto estos, como el más alto, están encerrados en unas cajas de fundicion, susceptibles de elegantes formas.

El diámetro es $0^m,025$, y para que 1^{m2} de superficie de tubo caliente 80^{m3} de habitacion (que es el cálculo ordinario) se necesita una temperatura media de 100° en la columna descendente, lo que, dada la pequeñez del diámetro y el mucho más corto desarrollo del tubo ascendente, supone en este una temperatura muy alta de 150° á 200°, por que sin ella no habria gran velocidad ni fuerza en el movimiento,

como se necesita para contrarestar los fuertes rozamientos en tubos.

La facilidad de construccion, el poco espacio ocupado, la sencillez con que se puede atravesar muros y pisos, la economía, la poca superficie que reclama la calefaccion por virtud de la elevada temperatura, y el ser muy remoto, ó casi nulo, el peligro de explosiones á pesar de la alta presion necesaria, son las ventajas importantes de este procedimiento inglés, cuyo único inconveniente parece ser la necesidad de una ejecucion muy esmerada, y ajustes muy perfectos para que no haya escapes muy difíciles de evitarse á causa de la gran presion.

El sistema de calefaccion por medio del agua caliente es muy bueno como medio de trasmision é igual reparticion de calor; es de fácil entretenimiento; reparte el calor con gran uniformidad; permite que se modere la temperatura, bajándola hasta el grado que se quiera; el enfriamiento es muy lento. Sus principales inconvenientes son: costosa instalacion; no puede alcanzar á grandes distancias (hasta 75 metros en direccion horizontal) ni á grandes alturas, ni muchos pisos; de manera que en estos casos habrá que establecer varios aparatos y varios hogares. Los grandes diámetros de los tubos crean dificultades para atravesar muros y pisos; y para disminuirlos habria que acudir á las altas presiones, con todos los peligros indicados antes. No se puede con un sólo aparato atender al servicio de un piso y suspender el de otro, ó aumentar calor al primero y disminuirlo al segundo, con arreglo á sus respectivas necesidades y usos, porque las diferentes partes del sistema guardan entre sí una dependencia tan íntima que no es posible asignarles servicios distintos; finalmente, las roturas, los accidentes de explosiones ó cualquiera perturbacion grave en la marcha de los aparatos vá seguida de un anegamiento de todo el edificio, tanto más perjudicial cuanto que, siendo la esencial condicion del sistema la continuidad y comunicacion de todas sus partes, no es posible circunscribir y limitar el daño.

CUARTO SISTEMA.— *Vapor y circulacion de agua.*

Si se fija la atencion en las ventajas é inconvenientes que hemos expuesto sobre los sistemas de calefaccion que acabamos de describir, se reconoce una circunstancia singular. Las ventajas más notables del empleo del vapor, á saber: rapidez y fuerza para alcanzar grandes distancias horizontales y verticales, y posibilidad de atender á diferentes servicios en la escala de sus respectivas necesidades, con un sólo generador, son precisamente opuestas á los más importantes inconvenientes de la circulacion de agua, es decir, lentitud y poco alcance de su accion é imposibilidad de satisfacer con un sólo aparato y hogar á distintos servicios en diversos grados; y los defectos esenciales del primero, esto es, desiguales temperaturas emitidas en la reparticion, imposibilidad de moderar la cantidad de calor que produce el generador y rápido enfriamiento, son los términos contrarios de las altas cualidades del segundo, que son uniformidad en la trasmision y reparticion, facilidad de moderar la temperatura como se quiera, y muy lento enfriamiento.

Discurriendo sobre esta circunstancia, inventó Mr. Grou-

velle un sistema mixto, en el cual quedan felizmente salvadas las desventajas de ambos, é ingeniosa y hábilmente aprovechadas sus respectivas ventajas, de tal suerte que se prestan un auxilio mútuo y de eficacia evidente. Un generador único para cualquier edificio de cualesquiera extension y altura, dirige el vapor por medio de tubos, con toda la rapidez, con toda la fuerza y el grado de calor que constituyen sus cualidades propias y naturales, á tantos recipientes de agua cuantos sistemas distintos y separados ó independientes exijan la naturaleza y el destino del edificio, ya correspondan á diferentes pisos, ya á varios cuerpos ó alas, etc., etc.

De esta suerte, la primera parte del problema práctico está resuelta favorablemente, se lleva en buenas condiciones vapor, y por consiguiente calor, á todos los centros de las distribuciones parciales, que son los recipientes llenos de agua. Ese vapor, penetrando en un aparato de condensacion (de cobre) que está dentro del recipiente, y por todas partes rodeado agua, se condensa, calienta el líquido y promueve su circulacion contínua por tubos que recorren el piso, cuerpo ó ala, con estufas de agua interpuestas, ó de otra manera de las que ya hemos descrito con detalle; pero (obsérvese bien esto) en los límites de altura y extension en que el sistema de circulacion de agua es conveniente. Queda así resuelta la segunda parte del problema práctico; y ni sobre ella, ni sobre la primera, tenemos que hacer observacion nueva alguna.

El generador, los tubos de vapor y los aparatos de condensacion están sujetos á los mismos principios explicados en el segundo sistema; y sólo conviene advertir que los últimos pueden ser los mismos tubos de vapor, retorcidos dentro del agua en forma de serpentin, y se calcula la superficie de trasmision y comunicacion del calor al agua sobre el dato siguiente: 1^{m2} de cobre sumergido en el agua, á 25° centígrados, condensa de 100 á 150 kilógramos de vapor. No se debe olvidar la necesidad de dar salida al aire y al agua de condensacion por medio de tubos especiales.

En cuanto al recipiente de agua, á los tubos de circulacion, á las estufas de agua, á los vasos superiores de expansion, etc., etc., ya hemos dicho lo bastante al explicar el tercer sistema, y es innecesario repetirlo.

Descuellan en este sistema mixto excelentes cualidades, que le hacen aplicable con ventaja á toda clase de edificios públicos de grandes y variadas atenciones: un sólo generador céntrico, dirigido y gobernado por un sólo fogonero, quien con mucha facilidad gradúa segun las necesidades de cada cuerpo, ala ó piso, por sencillas llaves, y las indicaciones del manómetro, la cantidad de vapor que debe enviar á cada uno, y hasta suspende el servicio completamente en uno ó más, ó en todos, si conviniere; uniformidad de temperatura en cada servicio separado; lentitud de enfriamiento; grandes distancias á que alcanza la accion del sistema, etc., etc.

Gas. Para terminar dirémos algo sobre el empleo del gas del alumbrado como medio de calefaccion, que si todavía no se puede citar como de uso frecuente, está tal vez llamado á serlo con el tiempo. El bajo precio (1) á que hoy

(1) Al decir «bajo precio» no nos referimos á su aplicacion al alumbrado, sino como medio de producir calor.

se obtiene y se vende el gas en las capitales y ciudades importantes, la facilidad de distribuirlo y de obtener con él una temperatura constante, la posibilidad de que sea un foco de calor tan poderoso como se quiera, y finalmente, la circunstancia especial de que sólo se paga lo que en realidad se aprovecha, y que por consiguiente no hay trabajos perdidos, efectos útiles, rendimientos, etc., de que el consumidor tenga que preocuparse, son ventajas muy apreciables que hacen esperar su aplicacion más general, cuando la experiencia haya venido á confirmar esos resultados en grandes edificios, bajo los puntos de vista práctico y económico.

Se comprende que si en el interior de un cuerpo cilíndrico ó prismático hay un tubo cuyas paredes estén agujereadas, y que se haga llegar el gas, encendido éste, calentará hasta el grado que se desee el aire que circule entre el cilindro y el tubo; ese aire puede ser el exterior, atraido á dicho espacio, ó el interior de la misma habitacion; de todos modos, calentado por la combustion del gas, pasa por bocas abiertas en el cilindro, se esparce por la habitacion, y la caldea como si fuera un calorífero del primer sistema. Tal viene á ser la idea de una estufa de gas.

Susceptible de otras formas, haciendo uso de reflectores metálicos, y hasta imitando las chimeneas, pero siempre bajo la base de que el aire calentado directamente por la combustion del gas es el que penetra en las salas y las calienta, podria este procedimiento aparecer ventajoso por la prontitud y eficacia de su accion; pero se esparcen varios gases y vapores procedentes de aquella combustion, y que no sólo

son de un olor desagradable, sino que es peligroso respirarlos.

Sólo una ventilacion poderosa podria salvar en parte este inconveniente, que desapareceria por completo, si en vez de introducir en las salas el mismo aire que ha alimentado la combustion del gas y recibido sus productos gaseosos que lo impurifican, se dividiera el aire exterior, al pasar al aparato, en dos corrientes; una exclusiva para la combustion, y que, despues de viciada por los gases y vapores dichos, se dirigiera á una chimenea de tiro que le diese salida, sin haber tenido comunicacion alguna con la atmósfera de la sala; y la otra de aire puro, que calentado en el aparato á través de la pared metálica cerrada que envuelve el foco de calor, y circulando entre superficies expuestas á la llama y el humo del gas, se introduciria luego en la sala por aberturas convenientemente dispuestas.

Otro inconveniente propio de este sistema de calefaccion es el rápido enfriamiento que se produce al apagar las luces del gas.

Para calcular el volúmen del gas necesario para caldear una habitacion de capacidad dada, se pueden tomar como punto de partida las relaciones prácticas siguientes: 100^{ms} de aire puestos y conservados á 15° reclaman próximamente 1600 unidades de calor por hora; 1^{ms} de gas desprende al quemarse 800 unidades de calor; luego para caldear 100^{ms} de aire se necesitará $\frac{1^{ms} \times 1600}{8000} = 0^{ms},20$ de gas de hulla.

Nuestro objeto en esta leccion no ha sido otro que el de indicar con brevedad los diferentes sistemas de calefaccion

LECCION XVIII.

VENTILACION.

Dos elementos principales entran en la composicion del aire: el oxígeno y el ázoe; á ellos se unen generalmente otros cuerpos de importancia secundaria en cantidades relativamente pequeñas. El ázoe sólo, respirado por el hombre, le ocasionaria la muerte; el oxígeno sólo activaria, precipitaria de tal modo las funciones de la vida animal, que la haria imposible, y produciria tambien la muerte, digámoslo así, por exceso de vitalidad. Las proporciones en que estos dos gases se hallan reunidos constituyendo la atmósfera libre en que vive el hombre, y que son las precisas para su existencia y conservacion, son: 79,20 de ázoe y 20,80 de oxígeno. No

pueden alterarse esas proporciones sin que pierda el aire sus propiedades esenciales.

El aire puede no ser alterado en la esencia de su composicion, y sin embargo, por accidentes físicos, volverse poco propio para el bienestar del hombre que en él vive: la temperatura muy alta ó muy baja, su estado higrométrico, las materias que tenga en suspension, su estado eléctrico (1), son otras tantas causas que modifican su influencia natural en las funciones de nuestra vida.

Todas esas circunstancias reunidas, ó algunas de ellas no más, impurifican el aire encerrado en limitado espacio y reclaman la necesidad imperiosa de su renovacion y sustitucion por otro volúmen equivalente, cuya composicion, temperatura, estado higrométrico, etc., sean los que la ciencia, fundada en la observacion, ha señalado como los que mejor garantizan las condiciones de salubridad. Tal es el problema de la ventilacion de los edificios, uno de los que más detenido estudio piden al arquitecto y al ingeniero.

La cuestion puede ser enunciada de este modo: dadas una habitacion y el uso á que se la destina; primero, conocer qué cantidad de aire es preciso extraer en un tiempo dado, por ser impropio para la salud, y sustituir por aire puro en buenas condiciones, ó bien qué cantidad de aire puro es preciso introducir para desalojar y rechazar el que se ha alterado; segundo, determinar el medio más conveniente de realizar en la práctica esa extraccion y esa introduccion. El

(1) Parece averiguado que el *ozono* tiene grande influencia en las condiciones de salubridad atmosférica.

primero es el estudio y conocimiento del objeto propuesto; el segundo es el procedimiento para alcanzarlo.

Primero. Entre las causas que alteran la composicion normal del aire, descuella en primer lugar el fenómeno fisiológico de la respiracion. Se sabe que la sangre venosa, al llegar al pulmon, se desprende en él de cierta cantidad de ácido carbónico procedente de la combustion operada en la circulacion, y que transformada en sangre arterial por el oxígeno del aire inspirado, corre por los vasos del cuerpo y va quemando en los tejidos carbono é hidrógeno; hay, pues, en la respiracion dos cosas esenciales: exhalacion del ácido carbónico de la sangre venosa y absorcion del oxígeno (que lo reemplaza) para volverse arterial. Esta lleva en su curso el agente de la combustion; sus glóbulos son *vehículos* de oxígeno; aquella, dejando uno de sus principales productos (el ácido carbónico) en el pulmon, dá lugar á su desprendimiento (1). Como efectos de esa combustion se producen, pues, ácido carbónico, agua y calor en proporciones que la experiencia ha permitido fijar del modo siguiente: ácido carbónico, 0,044 del volúmen expirado; agua por hora, un total de 38 gramos; y calor, 73 unidades por hora.

Se admite que la presencia en el aire de una fraccion mayor que $\frac{1}{100}$ de ácido carbónico comienza ya á hacerlo impropio para la respiracion; por tanto, si suponemos que el volúmen de aire inspirado por un hombre en una hora es $0^{m3},50$, y la respiracion produce $0{,}50 \times 0{,}044 = 0^{m3},02$ de ácido carbónico, deducirémos que ese hombre ha alterado, ha

(1) Liebig: *Nuevas cartas sobre la química.*—Carta 5.ª—Küs et M. Duval: *Physiologie.*

impurificado y hecho inservible un volúmen de aire igual á $0^{m3},02 \times 100 = 2^{m3}$; resultado que puede parecer algo exagerado, porque en vez de $0^{m3},333$ de aire inspirado hemos puesto en el cálculo $0^{m3},500$; pero ya se verá que, áun así, no llegarémos al volúmen total práctico.

La doble traspiracion pulmonar y cutánea dá por hora, como hemos dicho, 38 gramos de un cuerpo líquido, que, si sólo es agua, exige para convertirse en vapor $0^{k},038 \times 650 = 24,70$, ó sea = 30 unidades de calor, que consume del producido por la respiracion; ese vapor de agua, al quedar en suspension en el aire, no debe hallarse en una proporcion que exceda del grado higrométrico observado, dado como bueno, aceptado por los mejores higienistas, y que viene á ser 7 gramos de agua en 1^{m3} de aire á 15°; por consiguiente, para que la atmósfera de la habitacion sea saludable, se necesitan, por hora, $\frac{38}{7} = 5^{m3},428$, ó sean 6^{m3} de aire seco por persona.

De las 73 unidades de calor por hora, que un hombre emite por efecto de la respiracion, se deducen 30 absorbidas por ambas traspiraciones al evaporarse, y quedan 43 unidades de calor, que bastan para elevar en 10° la temperatura de $\frac{3^{m3} \times 43 \text{ cals.}}{10^{o}} = 12^{m3},90$ de aire; de suerte que, si la temperatura interior es de 15° y la exterior es de 5°, será preciso, para no pasar de la primera en la habitacion, introducir, por hora y por persona, $12^{m3},90$, ó sea 13^{m3} de aire á 5°.

Si ahora consideramos que el volúmen de aire exigido por la traspiracion supone que esta proceda de personas sanas y

enteramente aseadas, y que para nada hemos tenido en cuenta ciertos humores y sustancias orgánicas, que, bien por sí mismas, bien por sus emanaciones, corrompen el aire y producen olor, por lo ménos desagradable; y si consideramos que el agua de condensacion del vapor puede corromperse tambien, no dudarémos en adicionar á los 6^{m3} antes calculados cierto volúmen variable con la índole y condicion especial de cada edificio y de cada habitacion, pero tal que sea capaz de arrastrar y como barrer todas esas impurezas.

Resumiendo, pues, todo lo expuesto, dirémos que el volúmen de aire que es preciso renovar por hora y por persona, sólo á consecuencia de la respiracion, es: $2^{m3} + 6^{m3} +$ un término adicional, que frecuentemente eleva la suma á 10^{m3}, prescindiendo de la elevacion de temperatura, que ya harémos entrar en los cálculos de un ejemplo.

El número á que hemos llegado, 10^{m3}, es el tipo más admitido; pero no se crea que es absoluto; más bien se le debe considerar como un mínimum, y los higeniestas modernos quisieran convertirlo en 20^{m3}, 30^{m3}, y hasta 60^{m3} respectivamente en algunos edificios y salas especiales, que más adelante serán estudiados con detalles; para entonces reservamos la justificacion de esas cifras, que pueden parecer á primera vista exageradas.

Las luces constituyen otra causa de alteracion muy sensible del aire contenido en las habitaciones. La combustion de una vela produce, además de cierta cantidad de agua, un volúmen de $0^{m3},015$ de ácido carbónico, y la de una lámpara comun de aceite $0^{m3},059$ del mismo ácido; la primera nece-

sita, segun la proporcion antes indicada, estar contenida en un volúmen de aire $0^{m3},015 \times 100 = 1^{m3},50$; la segunda en otro igual á $0^{m3},059 \times 100 = 5^{m},90$, ó sea 6^{m3} por hora. De suerte que habrá que renovar en este período de tiempo, por cada luz de vela, y por cada luz de lámpara, las cantidades de aire dichas, sólo por el ácido carbónico producido (1).

Además, una vela encendida emite por hora 100 unidades de calor, y una lámpara 400, que respectivamente elevan en 10° la temperatura de

$$\frac{3^{m3} \times 100 \text{ cals.}}{10^{\circ}} = 30^{m3} \dots \text{ y de } \frac{3^{m3} \times 400}{10} = 120^{m3};$$

luego si el aire interior debe no pasar de 15°, y el exterior está á 5°, por ejemplo, será preciso renovar por hora 30^{m3} por cada luz de vela, y 120^{m3} por cada luz de lámpara, introduciendo al efecto aire á 5°.

Tales son las relaciones que sirven de base para resolver numéricamente en cada caso la primera parte del problema de la ventilacion. Antes de pasar á la segunda, hagamos aplicacion de ellas á un ejemplo para aclarar y precisar las ideas.

Sea la pieza que se quiere ventilar una sala de ateneo ó academia, en donde se celebren sesiones de noche.

(1) Bueno es advertir que cualquiera que sea la proporcion de ácido carbónico producido por las luces y por la respiracion, se halla siempre repartida en todo el espacio de la sala por igual, y no en capas de distintas proporciones á alturas diferentes.

Dimensiones de la sala:

Longitud.	12^{m}
Latitud.	8^{m}
Altura.	5^{m}
Capacidad cúbica: $12 \times 8 \times 5 =$	480^{m3}

Número de personas.	120
Velas encendidas.	80
Lámparas id.	20

Cada persona, 10^{m3} por hora.	120 personas. . .	1200^{m3}
Cada luz de vela, $1^{m3},50$. . .	80 velas.	120^{m3}
Cada lámpara, 6^{m3}.	20 lámparas. . .	120^{m3}
Total volúmen de aire alterado en 1 *hora*. .		1440^{m3}

Y los 480^{m3} se habrán viciado á los 20 minutos de comenzada la sesion, desde cuyo instante se necesita renovar todo el aire de la sala tres veces por hora.

De esta manera la alteracion, en la esencia del aire, no llegará á producir una atmósfera venenosa; pero su temperatura podrá acaso ser tal, que la haga impropia para la salud y el bienestar de las personas allí reunidas, y es preciso evitar que esto suceda, para lo cual se considera generalmente bueno fijarla en 15° centígrados. Lo que interesa, pues, saber, es si una renovacion de aire á 1440^{m3}, en el caso que estamos considerando, bastará para que la temperatura de la sala no pase de 15°. Vamos á verlo, suponiendo la temperatura exterior á 5°.

Cada persona emite 43 unidades de calor por hora.. . . .	120 personas. . . .	1560 unidades de calor.
Cada luz de vela, 100 id. id.. .	80 luces de velas	8000 id.
Cada id. de lámpara, 400 id. id.	20 id. de lámpara	8000 id.
	Total por hora. . . .	17560 id.

que elevan en 10° por hora la temperatura de $\frac{3 \times 17560}{10} = 5268$ metros cúbicos;

ó bien en 10° cada 5′ 27″ la id. de = 480 id. id.

ó en 36°,60 cada 20′ la id. de.. . . . = 480 id. id.

Por consiguiente, si la ventilacion se hubiese arreglado sólo por los resultados del primer cálculo, á los 5′ 27″, ya la temperatura habria comenzado á exceder de 15° en la sala, á los 20′ seria de 36°60; mientras que si cada 5′ 20″ se hace entrar 480$^{m^3}$ de aire á 5°, la temperatura de la sala se hallará en todos los instantes en excelentes condiciones.

Este resultado dice que en una hora hay que introducir la asombrosa cantidad de 5268 metros cúbicos; para muchos el asombro proviene de la alta cifra; para nosotros la verdadera causa de asombro está en el recuerdo y la consideracion de que tal vez no hay en nuestro país, ni son frecuentes en otros más adelantados, los grandes centros de reunion, como cafés, casinos, círculos, teatros, academias, etc., etc., en donde el aire sea renovado de la manera que esos números indican, que es la debida; así, no es extraño que, á poco de penetrar en las salas se advierta siempre una atmósfera sofocante, y se sienta, cuando no la necesidad de abandonarlas, el malestar y la somnolencia consiguientes.

Segundo. Varios son los medios conocidos y empleados para realizar la ventilacion de los edificios; pero todos están comprendidos en dos procedimientos generales. Primero, los que promueven la salida del aire alterado, y dejando así un vacío, permiten la entrada al puro que le reemplaza: es el procedimiento por extraccion; segundo, los que producen la introduccion de aire puro, que excluye y arroja hácia el exterior el aire alterado: es el procedimiento por inyeccion.

Entre los medios comprendidos en el primer procedimiento, se cuentan los siguientes: ventilacion natural; ventilacion por chimenas con hogar; idem sin hogar y con calor trasmitido; idem solas; idem con inyeccion de vapor; idem con aparatos mecánicos de aspiracion; ventiladores de extraccion.

Los comprendidos en el segundo procedimiento vienen todos á ser ventiladores de inyeccion.

Ventilacion natural.—La imperfeccion inevitable con que ajustan las puertas y ventanas en los vanos, es causa de que siempre existan aberturas ó rendijas que dan paso al aire; así, cuando se quiera ventilar una habitacion relativamente grande, en la cual se reunan pocas personas, podrá ser suficiente este medio de renovacion, que es promovido y sostenido por la diferencia de temperatura que generalmente hay entre el aire interior y el exterior.

Pero si la habitacion está ocupada por mayor número de personas, ó si tiene varias luces, ó si, en una palabra, la renovacion del aire ha de ser activa, se puede disponer á la altura de los techos una série de aberturas cubiertas con tela metálica ó planchas agujereadas, y á la altura de los suelos

otra série análoga, unas y otras practicadas en los muros. Y aunque ordinariamente bastará establecer una fila de aberturas inferior y la otra superior en el muro opuesto, hay circunstancias, como verémos, en que podria convenir alterar el órden de la entrada y salida del aire, y parece mejor disponer, en esa prevision, dos filas, una superior y otra inferior en cada muro, reservando la posibilidad de interceptar la comunicacion de aquellas que no hayan de estar en servicio segun las circunstancias.

En las habitaciones cuyos muros dan directamente al aire libre exterior, para impedir que penetre el viento cuando sople con fuerza, es bueno ajustar por fuera, en cada abertura de entrada, un tubo que se dobla en ángulo recto adhiriéndose al paramento del muro, y en vez de presentar su boca de frente ó poco inclinada al viento, lo recibe, ya quebrada y debilitada su fuerza sobre el muro; y áun el mismo tubo, por su forma acodada, amortigua el impulso que todavía pudiera así conservar.

No es indiferente la posicion relativa de unas y otras aberturas; y es esencial conocer bien las funciones que están llamadas á llenar en el juego de la ventilacion, segun las estaciones y la clase de salas á que se las aplica.

Primeramente se debe atender á que el aire puro que penetra no debe salir de la sala sin haber estado en ella todo el tiempo necesario para que participe del beneficio de su presencia en toda su capacidad; y no se conseguiria ciertamente este resultado, si colocadas las bocas de entrada y salida muy próximas, y enfrente unas de otras, diesen lugar á una corriente directa, sin accion ó con muy poca influencia

sobre el aire ya alterado, que no arrastrára, y cuya salida obstruyera.

El aire puro debe entrar generalmente, ya en verano, ya en invierno, por las aberturas inferiores, porque en el primer caso llega fresco (1), y va poco á poco elevándose á medida que se calienta, y así su efecto es completo; y en el segundo llega el aire caliente, y al elevarse en seguida por su menor densidad, comunica su calor y purifica todo el volúmen de aire interior, mezclándose con él. Pero si la distancia que separa las bocas de entrada de las de salida es pequeña (y esto en habitaciones estrechas es inevitable), en invierno, como el aire que sale es el más frio por debajo, si las primeras tambien estuviesen debajo, el aire caliente que por ellas entrára seria atraido inmediatamente por las segundas, y su efecto seria nulo. En estos casos conviene, por consiguiente, que las aberturas de entrada sean superiores.

El aire que sale de las habitaciones se dirige en verano por aberturas superiores, y en invierno por las inferiores; la razon de esto es bien fácil de comprenderse; y si en vez de abrirse directamente al aire libre á través de los muros, se comunican con tubos que corren por dentro del macizo, se puede sin inconveniente hacer servir un mismo tubo para ambas aberturas, disponiendo registros que permitan cerrar las de arriba en invierno y las de abajo en verano.

Cuando se aplica este medio de ventilacion á recintos cuyos muros son fachadas exteriores ó de patios, se presen-

(1) Más adelante dirémos por qué el aire que penetra se supone fresco.

ta un inconveniente muy grave, que es la imposibildad de calentar el aire puro préviamente, si se ventila en invierno, y de refrescarlo tambien préviamente si es en verano. Caloríferos de aire ó estufas en los sótanos para el primer caso, y aparatos refrigerantes en los techos, ó mangas conductoras del aire generalmente fresco de los subterráneos, para el segundo, resuelven sin duda la dificultad, y salvan el inconveniente, porque así las bocas de entrada establecidas en los muros ó en los techos, no toman el aire de la atmósfera, sino de los puntos en que se le ha preparado convenientemente.

Estos procedimientos prévios en nada quitan al medio que hemos explicado el carácter de ventilacion natural, porque el problema práctico que estamos aquí resolviendo es el de la sustitucion de un aire por otro; poco importa para nuestro objeto que el aire introducido venga de la calle ó de un patio, ó de un sótano, ó de otra habitacion, en estas ó las otras condiciones de temperatura; lo esencial es el conocimiento del medio que empleamos para hacer la renovacion, y como ésta se opera de un modo natural, y digámoslo así, espontáneo, es realmente una ventilacion natural. Pero es poco enérgica, y aunque muy económico el medio, se reconoce desde luego su insuficiencia cuando se pretenda aplicarlo á salas y edificios en donde las condiciones del problema exijan una renovacion regularmente activa. Para estos casos es indispensable acudir con los recursos del arte, y apelar á otros medios.

Ventilacion por chimeneas con hogar. Hemos dicho en la leccion anterior que las chimeneas tienen el defecto de atraer

un volúmen de aire muy superior al necesario para la combustion, y que, sin utilidad para la calefaccion, antes bien, con evidente perjuicio, sale de la habitacion y pasa al conducto de humo. Pero precisamente esta circunstancia es la que hace de ellas un excelente sistema de ventilacion; y bajo este nuevo aspecto vamos ahora á considerarlas.

Podríamos decir que cuando en una habitacion, en invierno, está encendida una chimenea, la ventilacion se hace naturalmente, sin disponer para ella otros medios especiales; pero como ese foco de calor desaparece en el verano, es decir, cuando es tal vez más necesaria la frecuente renovacion del aire, hay que convenir en que el sistema es incompleto, porque á nadie puede ocurrirle encender combustible en la misma habitacion, y en la boca de la chimenea, en semejante estacion del año.

Así, sólo durante tres ó cuatro meses del invierno, sobre todo en nuestro clima, seria utilizado ese procedimiento. Además, en los dias de invierno en que el frio no es intenso, por más que el tiro de la chimenea extraiga de la habitacion un volúmen de aire relativamente grande, si la reunion de personas es numerosa, seria preciso consumir demasiado combustible, y por tanto, crear una atmósfera excesivamente calorosa, y aún así tal vez podria no ser suficiente este medio.

La solucion general está en otras clases de chimeneas que son especiales para la ventilacion, situadas, calculadas y construidas *ad hoc*. Si en un punto céntrico de un edificio se levanta un conducto vertical que se termine en su parte superior á bastante altura por cima de los más eleva-

dos cuerpos de la construccion, y si á ese conducto concurren otros que en distintas direcciones procedan de los diversos departamentos, salas, dependencias, habitaciones, etc., etc., cual si fueran ramas de un árbol cuyo tronco principal fuese aquel, es claro que bastará elevar la temperatura en el primero, para que á él afluyan todas las columnas de aire que llevan los segundos y que extraen de todas las partes indicadas, dejando en cada una un vacío que viene á ocupar el equivalente volúmen de aire puro. Tal es la idea general de la ventilacion por chimenea; el conducto céntrico es la chimenea propiamente dicha; el agente único de movimiento es el calor.

Lo general es que las disposiciones sean más sencillas; por ejemplo, que la chimenea, en vez de servir á todo el edificio, sirva sólo á un cuerpo, á dos ó tres salas, á una sóla, si se quiere, y que reciba directamente el aire que ha de extraer; cualesquiera que sean las condiciones particulares de cada caso, el sistema y el principio son los mismos, y lo que digamos para unos es aplicable á todos los demás.

Como el verdadero fundamento de la aplicacion de las chimeneas para ventilar es, como hemos dicho, la diferencia de densidades del aire que por dentro de ellas corre y del que á ellas afluye, y esta diferencia de densidades procede directamente de su desigualdad de temperatura, es claro que su eficacia dependerá del grado de calor que adquiera la columna interior para que su fuerza ascensional pueda vencer las dificultades y entorpecimientos que con frecuencia se le oponen y que ya conocemos. Y como el aire que se desea extraer de la habitacion ó habitaciones ventiladas, al penetrar en la chimenea, atraido por el tiro, es el mismo que, continuando su marcha, se ha de elevar por virtud de su más alta temperatura, es evidente que habrá de adquirirla en un foco de calor afecto á la misma chimenea é independiente de las habitaciones.

Para que el tiro exista, pues, y para que sea seguro y eficaz, la primera condicion que se presenta como la más esencial de todas, es la existencia de un foco de calor en la chimenea, bastante intenso para determinarlo y sostenerlo; por ese foco debe pasar el aire de las habitaciones, adquiriendo en él la temperatura necesaria. Ahora bien, esta temperatura ¿cómo debe arreglarse?

En primer lugar, un exceso innecesario implica gasto inútil de combustible, y ya esto obliga á buscar relaciones que fijen ciertos límites. En segundo lugar, si el aire que penetra en la chimenea no adquiere una temperatura tal, que la diferencia entre ella y la de las salas ó habitaciones sea constante, resultará una grande irregularidad en el juego de la ventilacion, y los volúmenes de aire extraidos serán en un instante mayores y en otros menores que el calculado en la primera parte del problema general de la ventilacion; esto no es admisible en un sistema regularizado. En tercer lugar, y como condicion precisa para que el aire de la chimenea no retroceda, las disposiciones para la entrada del aire puro en las habitaciones deben ser tan fáciles, tan corrientes y tan seguras, que no se pueda temer en aquellas un vacío en ningun instante.

Para que las dos primeras condiciones se vean cumplidas, se puede hacer uso de una fórmula conocida de Péclet,

que es funcion de la velocidad del aire en la chimenea, la diferencia entre su temperatura y la del aire de las habitaciones, la altura y diámetro de la chimenea y la longitud del espacio que recorre el aire para llegar hasta ella. Esta fórmula dá fácilmente solucion á todas las cuestiones sobre el establecimiento de las chimeneas, y de ella se deducen las relaciones y condiciones que hagan el problema posible (1).

La velocidad del aire en la chimenea nunca debe ser tal que exija extraordinario consumo de combustible, ni que crée la necesidad de grandes diámetros ó grandes secciones, que harian las chimeneas costosas, y originarian dificultades de construccion y embarazo para su establecimiento. De modo que, fijando la velocidad en 1 metro (2) por segundo, la seccion de la chimenea seria el cociente de dividir por 1 ó 1,25 el volúmen de aire por segundo que se deba renovar.

Supongamos que se quiera establecer una chimenea para ventilar la sala que antes pusimos como ejemplo.

El volúmen de aire por extraer en 5′ 27″ es 480 metros cúbicos.

---

(1) La fórmula es...

$$V=8,85\sqrt{\frac{H A D (t'-t)}{L+4D}}$$

- H... altura de la chimenea.
- A... coeficiente de dilatacion del aire: 0,00368.
- D... diámetro de la chimenea.
- L... longitud del espacio recorrido por el aire hasta llegar á la chimenea.
- V... velocidad dentro de la chimenea.

(2) Se puede admitir hasta $1^m,25$.

Y en 1″ será

$$\frac{480}{327} = 1^{m^3},46.$$

Luego la seccion será

$$\frac{1,46}{1} = 1^{m^2},46.$$

Si la chimenea es de seccion circular,

$$\frac{\pi D^2}{4} = 1^{m^2},46 \dots \qquad D = 1^m,36 \text{ diámetro.}$$

Si es de seccion cuadrada,

$$L^2 = 1^{m^2},46 \dots \qquad L = 1^m,21 \text{ lado.}$$

Aplicando ahora la fórmula de Péclet (nota anterior), y teniendo en cuenta las siguientes condiciones,

1.ª Velocidad. $V = 1^m$.... Ya hemos dicho que conviene así en general.
2.ª Diámetro. $D = 1^m,36$.. Ya determinado.
3.ª Altura.... $H = 10^m$... Suponemos que el edificio es de un piso, y que la chimenea ha de elevarse encima del tejado lo suficiente y necesario.
4.ª Diferencia $t' - t = 25°$ Cuando el hogar está en la chimenea, conviene este valor mínimo.
5.ª Coeficiente de dilatacion.... $A = 0,0037$....

resultará $L = 93^m,24$.

El aire de la sala podrá, pues, recorrer en conductos de la misma seccion que la chimenea un desarrollo longitudi-

nal de 93^{m},24 antes de penetrar en ella. Es claro que si las condiciones del edificio se oponen á esto, se podrá ir modificando las otras bases, por ejemplo, disminuir el diámetro, aumentar hasta donde se pueda la velocidad, reducir la altura ó admitir menor diferencia de temperatura, todo con el objeto de que, siendo menor el valor de L, no se consuma más combustible del necesario.

Los que tienen práctica en la aplicacion de las fórmulas de resistencia de materiales, de máquinas, trabajo, etc., etc., no pueden encontrar dificultades en estos sencillos tanteos; lo esencial es no fijar *á priori* en ningun caso cuál ha de ser la incógnita y cuáles las cantidades conocidas, huir de este procedimiento estrecho del análisis puro; los datos deben ser, no números fijos é invariables, sino condiciones de construccion, de conveniencia, de economía, etc., y por tanteos se ha de buscar un cuadro de valores que, respetando aquellas, ofrezca el mayor número de ventajas y el menor de inconvenientes. Supongamos que, bajo este concepto, los valores precedentes sean admisibles, y calculemos el consumo de combustible.

Puesto que 1 unidad de calor eleva en 1° la temperatura de 3^{ms} de aire, tendremos:

$$3^{ms} : 1^{cal} :: 480 : \frac{480}{3} = 126 \text{ unidades de calor;}$$

$$126^{cal} : 1^{\circ} :: 3150^{cal} : 25^{\circ}...$$

3150 unidades de calor son necesarias para elevar en 25° la temperatura de 480 metros cúbicos.

Para producir 3150 unidades de calor se necesita, quemando coke,

$$7000^{cal} : 1^{k} :: 3150 : \frac{3150^{cal} \times 1^{k}}{7000^{cal}} = 0^{k},45;$$

y quemando leña,

$$3600^{cal} : 1^{k} :: 3150 : \frac{3150^{cal} \times 1^{k}}{3600^{cal}} = 0^{k},87....$$

Tal será el consumo en 5′ 27″.

Y en una hora,

$$3600'' : 327'' :: 4^{k},95 : 0^{k},45.... \text{ (coke)}.... 4^{k},95....$$

$$3600'' : 327'' :: 9^{k},57 : 0^{k},87.... \text{ (leña)}.... 9^{k},57....$$

Mayor consumo de combustible resultaria si, como muchos indican, hiciésemos el cálculo así:

Peso de 1^{ms} de aire. . . . . 1^{k},30
Calor específico del aire. 0,26

Para elevar en 1° la temperatura de 1^{k},30 de aire, se necesita

$$1^{k},30 \times 0,26 \text{ unidades de calor.}$$

Para 480^{ms} á 25°....

$$1,30 \times 0,26 \times 480 \times 25 = 4056 \text{ unidades de calor,}$$

Si 1^k de coke produce por la combustion 7000 unidades de calor, se necesita para producir 4056:

$$\left.\begin{array}{l}\dfrac{4056}{7000} = 0^k,58\ldots\ (\text{coke}) \\[2mm] \dfrac{4056}{3600} = 1^k,13\ldots\ (\text{leña})\end{array}\right\}\ \begin{array}{l}\text{consumo}\\ \text{en } 5'\ 27'';\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\dfrac{0^k,58 \times 3600''}{327''} = 6^k,38\ldots\ (\text{coke}) \\[2mm] \dfrac{1^k,13 \times 3600''}{327''} = 12^k,44\ldots\ (\text{leña})\end{array}\right\}\ \text{en 1 hora.}$$

La diferencia que se advierte entre este resultado y el anterior es chocante; porque la relacion en que se funda el primer cálculo debe, sin duda, ser hija del principio en que está basado el segundo; y si se hace esta comprobacion, se nota, en efecto, que una unidad de calor no eleva en 1° la temperatura de 3^{m3} exactos de aire, sino la de $2^{m3},95$. De todos modos, aunque haya costumbre de adoptar la primera, más vale y es más prudente seguir la segunda relacion.

Calculados y determinados todos los extremos que al arquitecto importa primero conocer en el establecimiento de una chimenea de ventilacion, queda por estudiar un punto esencialísimo: la naturaleza y situacion del foco de calor, que es el alma de este sistema de ventilar. Puede ser un hogar en donde se queme directamente el combustible, ó un aparato de condensacion de vapor, ó tubos ó cajas de circulacion de agua caliente, ó conductos de aire caliente, ó en fin, tubos de salida de humo de cocinas ú otras dependen-

cias del edificio. En el primer caso, arde el combustible dentro de la misma chimenea; en cualquiera de los otros, el verdadero orígen de calor está fuera y más ó ménos distante de ella.

Con hogar. ¿Cuál debe ser la posicion del hogar en la chimenea? Opina Mr. Grouvelle que conviene situarlo en el punto más bajo, en el arranque mismo de la chimenea; y las razones en que se apoya son de gran peso. La teoría del tiro explica desde luego que la velocidad del aire, á igualdad de consumo de combustible, de seccion, etc., aumenta, y con ella el volúmen corrido por unidad de tiempo, cuando es mayor la altura. Si el aire de la habitacion, al penetrar en la chimenea, recibe bajo la influencia directa é inmediata del hogar un grado de calor tal que la diferencia de temperatura sea grande, es evidente que la velocidad será mayor, y por tanto el volúmen de aire corrido; ó en otros términos, el tiro es más activo que cuando aquella diferencia es pequeña ó nula.

Lo primero ocurrirá con la situacion inferior del hogar, siempre que á él vaya directamente el aire de la habitacion; lo segundo es consecuencia indeclinable de la posicion superior. Para que esta notable ventaja sea un hecho, no importa que el aire extraido corra á la misma temperatura que tiene en la habitacion por conductos descendentes para ir á buscar el hogar en la base de la chimenea; siempre resultará teóricamente comprobada la superioridad del tiro, despues de deducir lo preciso para equilibrar la fuerza contraria del movimiento descendente.

Se deduce, pues, que para igualar en uno y otro caso el

volúmen de aire extraido por unidad de tiempo, es decir, para que los resultados prácticos sean los mismos, en cuanto al objeto de las chimeneas, es indispensable un aumento de seccion ó de consumo de combustible, ó las dos cosas á la vez, y por consiguiente, mayor costo cuando el hogar está en la parte más alta que cuando está en la más baja.

Por otra parte, la mayor regularidad en este segundo caso (porque el calor que adquieren y conservan las paredes de la chimenea suple y compensa las alteraciones del hogar), la menor influencia del viento, de la accion del sol, de las contracorrientes, y la verdadera imposibilidad de retroceso del aire viciado que se extrae, son ventajas que saltan á la vista, y cuya importancia no puede ser puesta en duda.

La experiencia, finalmente, confirma de una manera absoluta todas estas conclusiones teóricas, siempre que se tiene la precaucion (que casi es una condicion precisa) de que el aire no penetre en la chimenea por encima del hogar, sino por debajo, ó á su misma altura, para que aproveche todo el calor producido por la combustion.

Los hogares pueden ser de varias clases: simples gradillas cubiertas con el combustible, ó bien especies de estufas de hierro (palastro) con revestimiento de ladrillos refractarios, ó una bóveda de palastro sobre estribos de mampostería, entre los cuales se opera la combustion y de donde la llama y el humo salen por tubos que reparten el calor uniformemente en la seccion de la chimenea, etc., etc.

Con calor trasmitido. Cuando por razones de construccion se considere inconveniente situar los hogares dentro de las chimeneas, ya en la parte superior, ya en la inferior, se

puede acudir á los sistemas de caloríferos para dar al aire que se extrae de las habitaciones la temperatura exigida por un buen tiro. El problema que en estos casos es preciso resolver puede ser considerado como una sencilla aplicacion de lo que hemos dicho en la leccion precedente, al tratar de los caloríferos. Calderas de vapor y aparatos condensadores, aparatos de calefaccion y circulacion de agua caliente con ó sin estufas de agua, de alta ó baja presion; caloríferos de aire y conductos que lo dirijan é inyecten dentro de las chimeneas; tubos de estufas ó de humo de cocinas, etc., que penetren y circulen tambien dentro de ellas; todos estos procedimientos son aplicables, y las ventajas de la adopcion de uno ú otro son relativas á las circunstancias de cada caso que en la práctica se presente.

Pero un inconveniente comun á todos ellos es el gasto improductivo de combustible, ó en otros términos, el calor no aprovechado para el objeto que se quiere alcanzar; en efecto, cuando el hogar está en la misma chimenea, todo el calor producido por la combustion se utiliza de tal modo, que un kilógramo de coke, por ejemplo, eleva en 25° la temperatura de 840^{m3} de aire; cuando la combustion se hace en una caldera y aparato de calefaccion exterior, se puede considerar que con el humo se pierde 0,40 del calor producido, y va sólo por la chimenea 0,60; de modo que 1^{k} de coke consumido produce la elevacion en 25° de la temperatura de 504^{m3} solamente.

Sin embargo, si existe en el mismo edificio una máquina de vapor que, destinada á un objeto cualquiera, como sucede en las fábricas, talleres y otros edificios, no utiliza todo el

vapor que produce, no cabe duda acerca de la conveniencia de aprovechar todo el calor que de otra suerte seria enteramente perdido, porque en tal caso, un cálculo de bien entendida economía aconseja aquel procedimiento.

En muchas circunstancias, cuando las habitaciones que se quiere ventilar, por su destino y condiciones especiales, no requieren una renovacion de aire muy frecuente, ni por consiguiente un tiro muy activo, bastará un débil foco de calor, el preciso, no más, para romper el equilibrio entre la columna de aire que está dentro de la chimenea y la de la habitacion; entonces tienen muy útil aplicacion los tubos de estufas, los conductos de humo de las cocinas, una luz de gas interior, etc.; y áun se puede estimar bastante algunas veces la diferencia que siempre hay naturalmente entre la temperatura de la habitacion y la atmosférica exterior, porque ella sola determina una renovacion, que será en un sentido ú otro segun la estacion que se considere.

Inyeccion de vapor. El vapor es susceptible de aplicacion para determinar y activar el tiro de una chimenea, no como un medio de calefaccion para el aire interior de ésta, sino como fuerza impelente capaz de arrastrar y lanzar hácia la parte superior aquel aire, dejando un vacío que el de la habitacion pasa á ocupar para caer á su vez bajo la accion de aquella fuerza, y así sucesivamente. El procedimiento es ingenioso, y su eficacia parece justificada por lo que se observa en las chimeneas de las locomotoras, cuyo tiro es muy favorecido por la inyeccion del vapor perdido; pero bien se conoce que, bajo el punto de vista económico, hay gran diferencia entre aprovechar vapor perdido y producirlo expresamente para la ventilacion; en este último supuesto, la relacion entre el efecto útil y el producido ó el combustible que se consume es mucho ménos favorable que cuando la chimenea tiene un hogar en su interior y en su punto más bajo.

Cualquiera que sea el sistema adoptado, las chimeneas deben estar cubiertas en su remate ó extremidad superior por medio de disposiciones propias para evitar con eficacia la entrada de la lluvia y del viento, dejando, sin embargo, salida libre y franca al aire que extrae, y arreglando esta última de manera que la abertura ó suma de aberturas no sea inferior al área de la seccion transversal de la chimenea. Otra observacion importante es relativa á la altura de esa misma extremidad superior sobre las cubiertas de los edificios; altura que debe ser bastante, no sólo para evitar la influencia de los remolinos de viento que suelen producirse entre las formas accidentadas de los tejados, y la del movimiento que ocasiona en las capas de aire inmediatas el excesivo calor producido por el sol sobre las tejas, sino tambien para que el aire alterado se esparza en una region alta de la atmósfera, desde donde no pueda dirigirse á los edificios contiguos, ni á otros cuerpos del mismo en que la chimenea está establecida.

Aparatos mecánicos de aspiracion. No vamos á hacer la descripcion de los conocidos y empleados; esto nos llevaria fuera del círculo que el objeto de este trabajo nos impone: la idea de todos ellos es la de las bombas; llamar por medio de la aspiracion el aire de la habitacion y darle salida á la atmósfera libre. Para realizar este fin es indispensable un motor, y esta necesidad, fuera de casos muy raros, impone

gravosas condiciones que se traducen en gastos y constituyen sérios inconvenientes; así, áun cuando su aplicacion parece ventajosa como aprovechamiento de trabajo, y áun cuando son capaces de aspirar volúmenes muy considerables de aire, que sólo con un calor intensísimo podrian extraer las chimeneas de ventilacion; á pesar de esas evidentes ventajas, son en general ménos usados que el procedimiento anterior, porque en donde hay máquina, en donde hay motor, es necesario tener dobles juegos para evitar el trabajo contínuo de uno sólo, que no hay máquina capaz de resistir, y para que el servicio no se interrumpa por averías y descomposiciones, para reconocimientos, limpiezas, etc., etc. Esta sóla consideracion basta para que el sistema, por su excesivo costo, sea de aplicaciones muy poco frecuentes.

Ventiladores. En realidad, los aparatos precedentes podrian llamarse ventiladores por su objeto; pero se ha reservado este nombre particularmente á otros más sencillos, de más económica instalacion, de muy fácil entretenimiento, que reunen en sus funciones el doble carácter de aspirantes é impelentes, y lo mismo son aptos para la extraccion del aire interior y su propulsion hácia fuera, que para la inyeccion de aire puro exterior. El principio en que se fundan todos es el movimiento circular impreso al aire por aletas planas ó curvas que giran rápidamente alrededor de un eje movido por la accion de un motor. En uno ú otro caso entra el aire aspirado por una ó varias aberturas practicadas en la caja (generalmente de forma cilíndrica) que envuelve el sistema rotatorio, y arrastrado por el rápido movimiento de éste, sale cuando falta el obstáculo contra el cual le oprimia la fuerza centrífuga de inercia, es decir, cuando halla á su paso una abertura, por la cual, libre ya el aire, se escapa en direccion tangencial, y se precipita en la habitacion (1). Para ayudar y dirigir este movimiento conviene adaptar á la abertura un tubo en esa misma direccion tangencial al contorno cilíndrico de la caja. El vacío que así se produce en la caja atrae nuevo aire, que entra y se somete á la misma marcha que el primero, y así sucesivamente.

Al establecer un ventilador, es difícil hacer el cálculo preciso del trabajo mecánico que corresponde á la extraccion ó propulsion de un volúmen determinado de aire por unidad de tiempo, para deducir de él la potencia del motor necesaria; por eso conviene no emplear sinó los tipos ya experimentados, aceptando los resultados prácticos obtenidos, con las dimensiones y velocidades aplicadas y efectos observados, ó bien hacer pruebas y ensayos repetidos que sirvan de base para su establecimiento.

No podemos entrar en descripciones detalladas de los varios ventiladores conocidos, y nos limitarémos á decir que, cuando se les emplea para inyectar aire exterior, la gran velocidad que se puede dar á éste, y el poco diámetro de los tubos, constituyen una ventaja muy apreciable; pero en los casos en que sea preciso dirigir aire puro, en volúmenes y tiempos iguales, á un gran número de habitaciones, no conviene su empleo, porque hay grandísima dificultad, por no decir imposibilidad práctica, de alcanzar esa regular é igual

(1) Es muy comun decir que el aire sale «impulsado por la fuerza centrífuga.» Cuando esto no encerrára un error de concepto, seria, por lo ménos, una expresion viciosa.

En verano, siendo como es en ciertas horas del dia el aire exterior más caliente que el interior, se aumentaria la temperatura de la habitacion si el atraido ó inyectado no fuese préviamente refrescado. Algunas veces se le extrae de los sótanos ó subterráneos, que, como se sabe, lo mantienen á una temperatura relativamente baja; pero cuando falte este recurso, ó cuando por circunstancias especiales sea insuficiente, las mismas estufas y cajas, antes indicadas, llenas de agua fresca servirán para el objeto, haciendo pasar y circular por ellas el aire en serpentines antes de su entrada en la sala: aparatos refrigerantes con mezclas frigoríficas, darán, en fin, la solucion completa del problema en todas las circunstancias. El agua que llena esos recipientes, y que está destinada á dicho objeto, debe ser renovada cuando su temperatura llegue á un grado tan alto que sea ineficaz: fácil es calcular el tiempo que ha de transcurrir antes de hacer esa renovacion, porque se puede decir, que 200 litros de agua adquieren 1° de calor por cada uno que pierden 600^{m^3} de aire.

Cuando en la leccion anterior hemos dicho cómo se graduaban las pérdidas de calor debidas á varias causas, no incluimos entre estas la ventilacion; y ahora vamos á llenar aquel vacío. Ya hemos dicho, sin embargo, de qué modo se calcula la superficie de trasmision y comunicacion de calor para suplir esa pérdida, cuando el aparato se sitúa fuera de la habitacion, y lo que á esta se envia es aire caliente. Pero, en general, el problema es el siguiente: ¿cuántas unidades de calor es preciso producir para reparar las que la ventilacion hace perder? O en términos más claros: ¿cuántas se pierden

por la ventilacion? Sea V el volúmen de aire que es preciso renovar por hora; t° la temperatura exterior; $t_{,}^{\circ}$ la que se quiere conservar constantemente en la habitacion. Cada hora sale, pues, de ella un volúmen de aire V, puesto por los aparatos de calefaccion á $t_{,}^{\circ}$, y se pierde, por consiguiente, todo el calor que ha sido preciso producir para hacer pasar dicho volúmen V de t° á $t_{,}^{\circ}$; ó bien para elevar en $t_{,}^{\circ} - t^{\circ}$ la temperatura de V (aire). Si llamamos C esa cantidad de calor, teniendo presentes las relaciones antes explicadas, será:

1.er *medio:* $1^{cal} : 3^{m^3} :: \frac{V}{3} : V \ldots \left(\frac{V}{3}\right)^{cal} : 1^{\circ} :: C^{cal} : (t_{,}^{\circ} - t^{\circ}) \ldots$

$$C^{cal} = \frac{V(t_{,} - t)}{3} = 0{,}33\,(t_{,} - t)\,V.$$

2.° *medio:* $1^{k},30 \times 0{,}26 \times V^{m^3} \times (t_{,}^{\circ} - t^{\circ}) = C$ unidades de calor.... $C^{cal} = 0{,}34\,V\,(t_{,} - t)$.

V metros cúbicos.
$t_{,}\,t$ grados centígrados.
C unidades de calor.

Será indispensable un aumento por hora igual al resultado que precede en la produccion de calor.

LECCION XIX.

PRINCIPIOS GENERALES

PARA PROYECTAR Y DISPONER UNA OBRA DE ARQUITECTURA.

Estudiadas y conocidas las partes principales y accesorias de los edificios, así como los elementos que las componen, y consideradas bajo el triple aspecto de la necesidad, de la conveniencia y de la belleza, siguiendo el método que en el curso de este estudio nos hemos propuesto observar, llegamos naturalmente á nuestro objetivo verdadero, á la conclusion de lo que pudiéramos llamar doctrina de la arquitectura, á la exposicion general de los medios propios para dar vida á ese conjunto de elementos y partes que conocemos con el nombre de edificio, en su acepcion más lata.

En ninguna ocasion ha sido más necesario que ahora el recuerdo que hacemos de lo que en nuestra introduccion dijimos con toda claridad y franqueza: la precision, el rigor de las deducciones, el carácter en cierto modo absoluto de los preceptos científicos, no entran, no pueden, no deben entrar en la exposicion de esta doctrina; los excluye su propia esencia, su naturaleza.

Ni de otra suerte podria ser; porque cuando se considera la infinita variedad de circunstancias y condiciones en que se hallan los edificios, las diferencias de sus destinos, de los recursos locales, del clima, de las costumbres, del carácter, de las instituciones y hasta de los gustos de cada pueblo; cuando se atiende á la imposibilidad de que falten en cada caso restricciones, limitaciones, sujeciones, que circunscriben material y moralmente la esfera de la concepcion, y la no menor imposibilidad de preverlas de un modo general; cuando, áun prescindiendo de la indeterminacion que envuelve la parte técnica, en lo que á la construccion propiamente dicha se refiere, se reflexiona que la parte artística no cabe dentro de límites que la definan, y varía al compás de aquellas mismas condiciones y circunstancias, cuyo número es incontable, y de otras más mudables y más numerosas todavía, del génio de la época y de las facultades individuales del artista; cuando se reflexiona, se atiende y se considera que tanta vaguedad, tanta incertidumbre, indeterminacion tanta, forman la base del problema general que vamos á desarrollar, es fácil comprender que la naturaleza misma del asunto obliga á estudiarlo solamente en la region de las generalidades abstractas, y á presentar estas,

no como leyes reguladoras y reductivas, sino como indicaciones acaso susceptibles, siquiera incompletas y deficientes, de servir de útil punto de partida para el estudio de las importantes aplicaciones que habrémos de examinar oportunamente.

SITUACION.

Lo primero que se presenta á nuestro juicio en este estudio es el conocimiento de la situacion del edificio. La solidez de la construccion, que es la principal de sus necesidades, exige que el terreno sobre que se asiente tenga firmeza bastante para resistir su peso, y es preciso examinar si para conseguirlo han de bajar los cimientos á grandes profundidades á costa de crecidos gastos y de sérias dificultades más ó ménos superables, segun los casos, ó si la capa consistente é incompresible bajo la accion de dicho peso, está más al alcance de un esfuerzo fácil y económico, ó si, en fin, la naturaleza del suelo es tal, que exija el recurso de procedimientos especiales para darle artificialmente la fuerza resistente de que carece, y si es posible, dentro de las condiciones impuestas, optar por ellos ó evitar su necesidad de algun modo.

Es, pues, indispensable el conocimiento prévio de la constitucion geognóstica de la localidad, y ese conocimiento se adquiere, ya por las cartas y estudios geológicos existentes, si los hay, ya por reconocimientos directos y especiales,

ya por el ejemplo de los edificios construidos á inmediacion y en condiciones análogas á las del que se proyecta; pero lo que jamás debe servir de única base para ese conocimiento es la induccion, por más lógica, por más racional que parezca; que nada es tan falible como los caractéres en que estas inducciones suelen fundarse; y nada tan grave como la responsabilidad que asume un arquitecto ó ingeniero al tomar ó aconsejar una solucion fija y determinada en este asunto.

Los mismos reconocimientos directos, si no son hechos con gran cuidado, y sin dejar, si es posible, nada á las presunciones, pueden conducir á funestos resultados, porque á veces la capa de terreno incompresible, á que con la sonda se llega, presenta en varios puntos débiles espesores, debidos á la existencia de cavernas inferiores, muy comunes en el período secundario, y á veces tambien una capa firme de extension limitada con todo el macizo detrítico superior, podria resbalar sobre otra capa inferior que buze con grande inclinacion, si fiando sólo en la aparente consistencia de la primera se asentase sobre ella la construccion. Estas consideraciones deben influir, como desde luego se comprende, en la eleccion del sitio en que se ha de levantar el edificio.

En general, son poco propios para la sólida situacion de los edificios los terrenos movedizos, los de relleno, los acuíferos, los que han resultado de desecaciones antiguas; porque es preciso no olvidar que la solidez es afectada, no sólo por la resistencia del terreno, sino además por las influencias que varias causas, y sobre todo la humedad, ejercerán

segun su naturaleza, en la fábrica que se ha de levantar sobre él, degradándola tal vez ó debilitándola, ó exigiendo grandes gastos para evitar esos efectos.

Los puntos muy elevados, los próximos á las costas, las islas, los cayos y promontorios son generalmente batidos por vientos muy fuertes que atentan contra la solidez de los edificios y demandan más estabilidad en la masa que los resista, que la exigida por otras situaciones no expuestas ó ménos expuestas á la violencia de su accion.

De estas y otras circunstancias, que directa ó indirectamente se relacionan con la influencia de la situacion sobre la solidez del edificio, se debe siempre hacer un exámen muy detenido y muy severo, porque la ligereza en esto puede conducir á gravísimos errores y á las más tristes consecuencias.

Si de esa primera necesidad, que es la de la existencia de cualquiera obra, pasamos á otras que, aunque relativas, no son ménos imperiosas, como la de la salubridad, objeto del edificio, economía, comodidad, etc., etc.; otro campo más dilatado se abrirá á nuestra vista para el exámen de la situacion.

Los terrenos húmedos son siempre insalubres y sólo podrán no ser desechados en muy raros casos, y áun en ellos, salvando con el auxilio del arte y á fuerza de dinero sus propiedades naturales.

Los puntos bajos presentan siempre esos inconvenientes, aunque en parte compensados por una ventaja indudable: la proximidad de corrientes de agua, y la facilidad de conducirla al edificio, en donde, cualquiera que sea su destino, es

una condicion higiénica de primer órden la abundancia de ese elemento indispensable para la vida.

Las alturas, más saludables siempre, en donde el aire es más puro, y corre más libre y mejor se renueva, además del inconveniente de la falta de agua ó dificultad y costo de su elevacion, pueden estar expuestas á la incomodidad de los fuertes vientos, irresistibles y tal vez dañosos en ciertas latitudes, y sobre todo en invierno, por el poco abrigo que un edificio en tal situacion ofrece.

La proximidad de pantanos, de cualquiera clase de aguas estancadas, de los bosques, los parajes expuestos á frecuentes nieblas, la inmediacion de establecimientos y talleres insalubres, en donde se elabora ó prepara ó usa ciertas materias que producen emanaciones dañosas, son situaciones siempre desfavorables. Ya en los casos en que estas no puedan ser de modo alguno evitadas, ya en cualesquiera otros, interesa en extremo cuidar de acomodar la situacion de un edificio á la direccion de los vientos reinantes en la localidad; porque si él es, por su naturaleza, insalubre, no deberá estar á barlovento de la poblacion; y si no, no deberá estar á sotavento de los puntos que sean orígenes ó gérmenes de infeccion.

Hay además regiones, provincias, países enteros, en donde es sabida la influencia y la accion perjudicial de ciertos vientos directos, y esta circunstancia deberá ser tenida en cuenta al elegir la situacion. La dominacion, las vistas de un campo dilatado ó de ciertas calles, plazas, paseos, caminos y avenidas, son consideraciones que pesarán ciertamente en el ánimo del arquitecto, y en el grado que requiera

el destino del edificio, y que permitan las sujeciones impuestas.

No se debe olvidar la configuracion topográfica del terreno, porque si es muy accidentada, podrá el buen asiento y establecimiento de la obra requerir desmontes considerables y explanaciones costosas; podrán verse entorpecidos los transportes ó exigir trabajos auxiliares de más ó ménos importancia; dificultarse las avenidas, y no tener el edificio entradas y salidas fáciles y cómodas.

Todo edificio de pública utilidad ó de importancia grande debe ser aislado, porque las construcciones adyacentes limitan su desarrollo y constituyen siempre sujeciones incómodas, los privan de independencia, de luz abundante y de multitud de accesos y avenidas, que exige casi siempre su destino; pero en el interior de las ciudades no siempre es posible satisfacer esa condicion sin gastos enormes, y sin expropiaciones forzosas, siempre sensibles y onerosas, y quizás en el fondo injustas, si no legal, moralmente.

Pocos son los edificios que por su naturaleza y objeto conviene situar en el exterior de las ciudades, y para estos la cuestion no presentará grandes dificultades económicas ni de comodidad y salubridad. Los cuarteles, por ejemplo, las prisiones, los hospitales, las fábricas y algunos establecimientos industriales, las estaciones de ferro-carril, se encuentran en este caso.

Los demás, sin embargo, deben hallarse en medio del pueblo, ya porque es en donde se le administra justicia, ó se atiende á sus quejas, ó se le procuran goces y expansiones, ó se le proporciona trabajo, ó se le instruye y enseña, ó se le

socorre en sus desgracias y aflicciones, ó se le llama y convoca para las prácticas religiosas y las necesidades del alma, ó se reune para los actos de la vida pública. Nada decimos de las casas particulares, porque desgraciadamente es una necesidad casi siempre el posponer todas las condiciones de su situacion á la que le señalan límites económicos muy estrechos y comunmente infranqueables.

Pero de todos modos, y para no salir de la esfera de las generalidades, sin particularizar nuestras explicaciones, podemos decir que en esta cuestion no será siempre fácil, y muchas veces ni áun posible, conciliar todas las necesidades y conveniencias; y que el secreto de una eleccion acertada está en saber apreciar en su justo valor y en su importancia relativa todas y cada una de ellas, estableciendo una escala, una gradacion de preferencia para cada caso, á fin de que lo principal no se subordine ni se posponga jamás á lo secundario, á lo ménos esencial.

El arquitecto ha de estudiar la situacion del edificio bajo el aspecto artístico; y al llegar á este punto no ha de encontrar reglas que le guien para la eleccion más que en su gusto y en sus condiciones y aptitudes de artista. Esto no quiere, sin embargo, decir que la razon sea enteramente ajena á esta parte interesante del proyecto, no; serán vagos, no serán precisos los principios que de ella emanen, pero su consejo, siempre útil, podrá en muchos casos inspirar soluciones atinadas y felices, y hasta algunas veces decisivas.

La razon enseña, ante todo, que sin una buena y completa concepcion del objeto, de la índole, de la naturaleza especial del edificio, de sus condiciones propias y positivas, y

de las debidas á las circunstancias morales y á sus relaciones con todo lo que le ha de rodear, sin esta íntima y profunda penetracion de aquel objeto de arte que vá á crear, y que la imaginacion del artista ha de ver en cierto modo como si ya existiese en conjunto, antes de que su lapiz haya trazado una sola línea sobre el papel, sin el conocimiento que esa concepcion clara le dé y le garantice, no puede alcanzar solucion alguna, que no sea hija de la casualidad ciega ó del capricho desordenado; y ni la ceguera ni el desórden conducen á otra cosa, así en lo físico como en lo moral, que á enormidades monstruosas y á groseras y torpes aberraciones.

Pero se necesita además que no vea sólo como autor, sino que, identificándose con el espectador que está llamado á contemplar su obra desde puntos de vista diferentes, estudie la situacion de tal modo que aparezca á los ojos de éste sin que su efecto sea amenguado, empobrecido ó desnaturalizado; hay que considerar la movilidad del observador, y que el monumento inmóvil que contempla es uno; y por tanto, si no presentase aspectos variados para las diversas posiciones que aquel vá sucesivamente ocupando, la unidad seria triste y pesada monotonía.

Y si la situacion no ayuda, no conspira, en cuanto de ella depende, á ese fin, de nada serviria la variedad, porque no se la hace valer y no se le dá los medios de ostentarse y lucir su natural encanto: el efecto artístico seria nulo ó insignificante, ó no seria apropiado al destino y á la naturaleza especial del edificio; en vano serian empleados los materiales de mayor riqueza y el lujo de los ornamentos y los

más primorosos detalles, si sus preciosas disposiciones se presentan mal á los puntos de vista principales; y el arquitecto, ya acomodando la situacion á ellos cuando la localidad se los impone, ó ya creándolos por medio de combinaciones auxiliares, deberá apreciar las distancias y graduar convenientemente la expresion múltiple de su obra, presentando hácia un lado los más enérgicos entrantes y salientes, la parte más acentuada; hácia otro la que, segun su importancia, ha de tener más delicadeza en sus elementos; hácia otro, finalmente, lo accesorio, lo que ménos digno sea de fijar la atencion en el edificio, procurando sacar partido de la luz y de la sombra y de sus bellos contrastes, de las oposiciones con que su gusto ha de engalanar las fachadas, de los términos y el aspecto más ó menos pintoresco y ameno de los lugares, de las alturas que dominan una ciudad, y que desde ella hacen aparecer á los edificios con magestuosa proceridad, de las calles principales, y de su direcion, de las plazas y paseos, de la campiña, de las mejoras, modificaciones ó ensanches proyectados ó presumibles en el trazado y en las edificaciones existentes, del estilo de arquitectura que piense y crea más propio para su obra, y cuyo mejor efecto requerirá situaciones y puntos de vista apropiados, y de mil otras circunstancias, cuya enumeracion completa seria de todo punto imposible.

Se debe tener presente que una de las más notables cualidades de la arquitectura, y que más contribuyen á hacer grande y poderosa la influencia de este arte, es cierta comunicacion recíproca que se siente entre sus obras y todo lo que las rodea. Diríase que lo bello en arquitectura, irradiando sus resplandores, ilumina y dá nuevas galas á todos los objetos de la naturaleza y del arte, con quienes le ligan relaciones de situacion y espacio, y que á su vez recibe de ellos, en recíproca correspondencia, mayor realce y más timbres de belleza que los de su propia esencia. Son muchos los ejemplos que existen de la manera con que el arte monumental ha sabido en diferentes épocas combinar esas influencias, produciendo por una situacion apropiada las más brillantes expresiones.

Pero ni los dibujos, ni los modelos en pequeña escala, son en verdad medios suficientes para conocer *á priori*, y apreciar con certeza el efecto artístico de la idea que á la imaginacion del arquitecto se ofrece, y que, lo repetimos, su génio y su gusto artístico, son los llamados á determinar despues de todo.

MATERIALES Y MANO DE OBRA.

La importancia que se debe dar al estudio de estos dos elementos de la construccion no necesita encarecimiento: tan óbvia es, tan evidente, tan palpable. Un conocimiento cabal de todos los recursos propios de la localidad es indispensable; la naturaleza y el número y las especies, y las propiedades de los materiales; las canteras, las arcillas, las cales, argamasas, puzolanas; las maderas de construccion, los metales, especialmente el hierro; los medios de transporte, las vías de comunicacion, las distancias; el número y

clase de operarios y su destreza; los talleres, fábricas, industrias de todas clases, y el modo, condiciones y precio de la elaboracion de los productos; todas estas circunstancias, que constituyen datos esenciales para la formacion de un proyecto, deberán ser inquiridas y perfectamente conocidas por el arquitecto ó ingeniero. Esto es fácil, y apenas demanda tiempo y trabajo en países adelantados y bien regidos, porque en ellos hay siempre censos y cuadros estadísticos de toda clase de productos y de industrias, y que además de estos datos, que por sí solos no serian tal vez bastante, los arquitectos del servicio municipal y departamental, los ingenieros encargados de la direccion de las obras públicas civiles ó militares, y hasta los constructores particulares, reuniendo los resultados prácticos de sus observaciones individuales, han conseguido en algun tiempo formar estadísticas que excusan las largas, penosas, difíciles y costosas investigaciones, ensayos y experiencias, de todo punto necesarias sin su auxilio.

El destino del edificio y su índole y carácter, su situacion y demás condiciones ponen al arquitecto en aptitud de hacer un análisis comparativo muy prolijo y concienzudo, en que han de guiarle razones de necesidad y de belleza, que ligeramente vamos á indicar, procurando no salir de los límites á que debemos aquí sujetarnos.

Figura, en primer término, entre las razones de necesidad, la solidez: ella exige, sobre todo, buena calidad en los materiales y esmero y perfeccion en la mano de obra.

No se debe, bajo concepto alguno, admitir piedras defectuosas, como son en general las de grano poco homogéneo,

las de textura hojosa, las de débil resistencia á la rotura por compresion, y las alterables bajo la influencia atmosférica, etc., etc. Se debe igualmente rechazar todo ladrillo procedente de arcillas, que por muy grasas expongan el material á hendirse ó alabearse, ó que por el extremo opuesto se opongan á su endurecimiento; y asimismo interesa desechar los que, por imperfecta elaboracion, carecen de los caractéres que garantizan su buena calidad y que ningun constructor desconoce; en este último caso, el arquitecto no debe omitir el estudio de los medios que podria poner en juego, las facilidades que se le ofrezcan ó las dificultades que habria de vencer, para montar hornos y dirigir por sí la fabricacion, ó hacer venir de otras localidades dichos materiales.

Será preciso hacer un exámen análogo respecto de las cales, cementos, argamasas, puzolanas, yesos, etc., bajo el aspecto de su calidad.

Las maderas, que tan raras son hoy en casi toda Europa, y tan malas y caras, serán pocas veces el objeto de muchas dificultades y reflexiones por parte del arquitecto, quien en caso de necesitarlas, deberá precisamente optar entre la facultad casual de adquirirlas en la localidad de buena clase, ó llevarlas de otras partes. Lo principal es que sean desechadas todas las que presentan ciertos defectos muy conocidos, como nudos, tumefacciones (á veces internas), desigualdad pronunciada de fibras, decadencia ó excesiva madurez, rajas longitudinales, transversales, radiales, corrupcion ó cárie incipiente, venteaduras, etc.

Respecto de los metales, siendo posible que á inmediacion de la localidad en que se proyecta la obra haya fábri-

cas y criaderos, interesará en ese caso estudiar y áun experimentar las propiedades y la resistencia, de los hierros sobre todo, para poder apreciar hasta qué grado convendrá á la solidez de la construccion su empleo ó el de otras procedencias.

Hemos dicho antes que lo que importa más conocer y apreciar para la solidez en lo relativo á los materiales, es su calidad en cada especie, y al emplear las palabras rechazar, desechar, no admitir, bien se comprende que no hemos querido referirnos á su admision en el curso de la ejecucion de las obras; ha sido y es nuestro propósito señalar á las reflexiones del arquitecto el extenso campo que á su exámen ofrece esta cuestion interesantísima, antes de abordar otras del proyecto, para que sepa hasta qué punto conviene ó perjudica á la solidez real y positiva de la fábrica el empleo de los materiales que dá la localidad, y hasta qué grado deberá acudir á otros puntos, con qué medios y facilidades cuenta para ello, ó qué obstáculos y qué sujeciones se le oponen. Acabamos de decir solidez real y positiva, porque en el órden del estudio no se puede, sin exponerse á confusion, mezclar ideas que, sin embargo, el arquitecto no puede examinar separadamente y de una manera sucesiva; por eso nos hemos limitado á hablar de las propiedades de los materiales en cada especie.

Pero hay otro modo de considerar la solidez de los materiales, que es relativo, y que se enlaza con la duracion, con el costo, con el trabajo que su preparacion y colocacion en obra requieren, con su volúmen y peso á igualdad de resistencia, con la clase de esfuerzos á que han de estar sometidos, con el destino de la obra y el carácter, y hasta el estilo que á su naturaleza y objeto correspondan.

Bajo este nuevo aspecto mirada la cuestion, se abren otros horizontes más dilatados y ménos precisos á las meditaciones del arquitecto, quien recordará, sin duda, que la piedra de grandes dimensiones, con esmero trabajada, dispuesta en aparejos bien entendidos, es un material de duracion casi eterna, de gran resistencia, de aspecto monumental, que se acomoda á todos los estilos, y cuya expresion de firmeza ha sido en todos los pueblos, en todas las edades, una de las causas de su marcada preferencia para las grandes obras; pero á la vez considerará que su explotacion es costosa, así como su labra, transporte y ereccion; que el esmero y casi la perfeccion de sus ajustes, hoy económicamente imposibles ó contrarios á las necesidades y al modo de sér de nuestra época, son, por decir así, inexcusables condiciones de su empleo exclusivo; y finalmente, que la desigualdad de presiones en las distintas partes de los cuerpos que sostienen, y la oposicion de funciones entre estos y los cuerpos sustentados reclaman, para mejor realizar y ostentar una sólida disposicion, dar á los segundos y á las partes ménos fatigadas de los primeros cierta ligereza esencial y aparente, mal avenidas con la naturaleza y con el aspecto de la piedra.

Verá tambien que las propiedades de los materiales menudos, morrillos, sillarejos, ladrillos, y su adherencia con las mezclas y morteros, permiten con ménos gastos, con más facilidad y rapidez en los transportes y ejecucion de las obras, y con exigencias ménos severas de habilísimo trabajo, cons-

truir masas casi monolíticas de ménos peso, que fatiguen ménos, y cuya variada expresion se presta admirablemente á imprimir en todas las partes del monumento los caractéres de robustez y de ligereza relativas, cuya lógica y armoniosa distribucion evita disonancias arquitecturales, contrarias al verdadero principio de la solidez.

Observará que la madera, por su poco peso, por su elasticidad, es muy propia para ser empleada como medio auxiliar de dar enlace á ciertas partes de una construccion de piedra ú otra clase de fábrica, contribuyendo á dar más estabilidad, mayor trabazon al sistema general del edificio; pero al mismo tiempo se fijará en que, siendo raro y hoy generalmente muy costoso encontrarla de calidad buena, acaso convendrá á la solidez relativa de que estamos tratando volver la vista y el exámen al hierro, que gana cada dia nuevo terreno en el moderno arte de construir.

Apreciará las condiciones de resistencia de este último material para diferentes géneros de esfuerzos, y en las pequeñas secciones, en la delgadez de las piezas, antes verá con los ojos de la inteligencia y de la razon una apariencia de fuerza, que por la esencia del metal la destaca y significa, que el aspecto débil, por algunos así considerado, á causa de la soltura y arrojo que caracteriza estas obras.

Tales son, entre otros, los principales puntos que deben fijar la atencion del arquitecto al estudiar los materiales bajo el punto de vista de la solidez.

Respecto de la mano de obra, ya hemos dejado comprender que en más ó ménos grado requiere toda construccion, para ser sólida, mucho esmero en el trabajo y especial

destreza en los operarios, canteros, albañiles, carpinteros, etc.

¿Llenan ó son susceptibles de llenar estas condiciones los de la localidad, ó hay que recurrir á los de otras partes? Aquí se presenta otra cuestion importante al constructor, que nosotros sólo podemos limitarnos á apuntar brevemente.

Vienen despues otras razones de necesidad y utilidad, que se relacionan de una manera estrecha con el objeto, el destino, el carácter del edificio. Entre ellas figuran la salubridad y la economía, la facilidad de trabajo, su rapidez, la capacidad de los materiales para recibir, y la aptitud de los operarios para dar, las variadas y á veces algo violentas y delicadas formas que reclaman ciertas composiciones. Hay, en efecto, algunos materiales higrométricos, que ya en contacto con el suelo húmedo, ó ya sólo por virtud de su influencia, constituyen un gérmen constante de insalubridad, y antes convendrá evitar su empleo que recurrir á procedimientos especiales, siempre costosos y no siempre eficaces, para prevenir sus efectos. Otros resguardan poco el interior de las habitaciones del frio rigoroso en invierno y del calor excesivo en el verano. Otros, como las maderas, en un centro húmedo, ó expuestos á la accion alternada de la sequedad y humedad, pueden descomponerse y producen miasmas en extremo perjudiciales á la salud, etc., etc.

Sobre economía es difícil dictar preceptos generales: claro es que la abundancia ó escasez, la proximidad ó alejamiento, la clase de medios de transporte, la dureza ó blandura de los materiales, la existencia ó la falta de buenos

operarios, y otros muchos detalles que, con los anteriores, forman la base de una apreciacion justa y razonada, vendrán en cada caso, y segun la naturaleza y condiciones del edificio, á inspirar al arquitecto las más económicas soluciones respecto de los dos elementos (materiales y mano de obra) que estamos considerando.

Aunque de menor importancia, otras razones de utilidad positiva, y que pueden ser de necesidad relativa, deberán, sin duda, figurar en este cuadro múltiple y variado que se desarrolla á nuestra vista; nosotros, sin embargo, por temor á la difusion, y por considerar que lo dicho basta á nuestro objeto, las omitimos y pasamos desde luego al estudio de dichos dos elementos bajo el punto de vista de la belleza.

No abordarémos las grandes y empeñadas cuestiones estéticas que nacen de la aplicacion que el artista puede y debe hacer de los diversos materiales que la naturaleza le ofrece, de los colores y sus combinaciones y contrastes, de la significacion y carácter que ellos imprimen, de la manera de prepararlos y ponerlos en obra, etc., etc. Pero cuando desde la antigüedad más remota esos elementos han venido siempre jugando un papel muy importante en el embellecimiento de los edificios, pareceria impropio que el arquitecto no los considerase bajo este aspecto antes de fijar las bases de su proyecto, no ciertamente para oponerse á las indicaciones que nacen de la necesidad y de la utilidad, sino para ver hasta qué punto y de qué modo pueden cooperar al efecto artístico del monumento.

Porque, preciso es reconocerlo, la magnitud, la calidad de los materiales, así como los modos de trabajarlos, son re-

cursos poderosos para producir variados efectos y apariencias, y fijar más y completar la expresion y el carácter que ha de tener el edificio; el estudio del arte monumental en todos tiempos lo comprueba, y la razon tambien así lo demuestra. El tamaño de las piedras, su textura, el pulimento y brillo de que sean susceptibles, han sido siempre, y es natural que hayan sido y sean, signos relativos de fuerza ó ligereza, de austeridad y riqueza, de simplicidad, de elegancia, etc., etc. Los colores no contribuyen poco á este objeto del arte, ya combinando los que son propios de ciertos materiales, ó ya aplicándolos artificialmente sobre superficies de las partes diferentes de la construccion.

¿Quién no sabe ó no comprende la inmensa variedad de efectos que en obras antiguas y modernas han producido y han debido producir los mármoles, por ejemplo? Ya por su riqueza, ya por su precio, ya por el gusto y la habilidad con que hayan combinado sus variados colores y matices, ya por las oposiciones y contrastes, ó ya por la reunion de todos estos medios, es la verdad que los artistas de todas épocas han sacado de ellos excelente partido, acomodándose á ciertos caractéres, evidentemente reflejados en ciertos colores, como los claros y veteados que producen impresiones alegres, los oscuros y uniformes que inspiran seriedad y tristeza, etc., etc. ¿Quién no sabe ó no ha experimentado los preciosos efectos de los agramilados de ladrillo, ya solos, ya en combinacion con la piedra? ¿Quién, finalmente, no sabe las dificultades que halla el arte moderno, el de nuestros dias, para obtener expresiones bellas y características del hierro, de ese material, cuya inmensa utilidad no es acaso tan apre-

ciada como debiera, por el aspecto negruzco, sombrío, feo, verdaderamente repulsivo que á los ojos presenta su superficie?

Han de entrar, pues, en el exámen del arquitecto, y en el grado que corresponde, estos elementos bajo el punto de vista artístico, si quiere, como debe querer, que la obra sea, á la vez que sólida y conveniente, la expresion más fiel y la más bella de su destino y de las condiciones y objeto esencial de su ereccion.

Y si despues de considerados y examinados los materiales y la mano de obra, bajo los principales aspectos dichos y los que de ellos se derivan siempre, ó se deriven en cada caso; si despues de idear las combinaciones propias para conciliarlos entre sí, y para que, proporcionados á las distintas partes integrantes del edificio, aquellos elementos concurran, por sus propiedades tambien distintas, á la realizacion del fin propuesto, con sus múltiples condiciones materiales y morales; si despues de adoptada una solucion como la más sólida, la más económica, la más fácil, la más útil, y por eso mismo, así como por el gusto que determina y fija su expresion artística, la más bella, consigue el arquitecto demostrar á la razon y á los ojos que ha satisfecho las justas exigencias de la primera, sin desatender el agrado de los últimos, habrá seguramente alcanzado el ideal en esta parte de sus estudios. Digamos, en fin, para concluir este párrafo, que en la práctica tal perfeccion es irrealizable, porque hay siempre sujeciones que imponen límites infranqueables.

SISTEMA DE CONSTRUCCION.

Dos cosas esenciales constituyen toda edificacion: los elementos que sostienen; los elementos sostenidos. Los primeros son muros y apoyos aislados, ya solos, ya combinados unos con otros. Los segundos son bóvedas, techos, suelos.

Cualesquiera que sean los materiales que entren en su composicion, es evidente que el sistema general que se adopte ha de ser tal que los primeros tengan y representen el carácter de firmeza relativa, y los segundos el de relativa ligereza, y que ambos así concurran á formar un todo que sea en realidad y que aparezca sólido. Es además preciso que dicho sistema sea el más propio á la salubridad, á la economía y á todo género de conveniencias arquitectónicas. Y finalmente, habrá de satisfacer las exigencias puramente artísticas.

Vamos á hacer algunas indicaciones generales sobre estas cuestiones interesantes; pero antes recordemos que la base de todo edificio es el cimiento, y que en el estudio de un sistema general de construccion, debe figurar primeramente el de la manera de establecerlo, ó mejor dicho, el procedimiento especial de cimentar que mejor se acomode á la naturaleza del terreno, á los recursos y medios de que se disponga y á la clase de edificio que se proyecte; para lo cual es indispensable tener conocimientos especiales, adquiridos ya por los alumnos en el estudio particular de las ci-

mentaciones, y que en todas las escuelas de ingenieros y arquitectos forman el objeto de extensas explicaciones consagradas exclusivamente á su enseñanza.

El sistema de construccion ha de ser sólido. Pero la solidez ¿es una idea absoluta, precisa? ó ¿es susceptible de muchos grados? Y en el segundo supuesto, ¿cuál de dichos grados es el apropiado al edificio que se proyecta? Hé aquí el primer punto que interesa examinar de un modo general.

No, no es una idea absoluta la idea de la solidez; admite infinitos grados, refiriéndose al sistema de construccion. La vemos en Egipto retratada en pirámides gigantescas, cuyas masas imponentes parecen tener la firmeza de las montañas; la vemos en Roma, en Grecia, en todos los monumentos de la antigüedad, asociada á la magnitud de dimensiones, á la extension de los asientos, á la cantidad de materia empleada y á las medidas de las partes y de los elementos; la vemos en los tiempos modernos debida al resultado de acciones mecánicas que se auxilian, que se alivian recíprocamente, más hija de la inteligencia, más basada en las leyes del equilibrio que en la enormidad de los macizos. Es que en los primeros se descubren más poder y ménos ciencia, y en los últimos ménos recursos materiales y más ciencia; es verdad que el abuso de ésta ha llevado á una exageracion que puede calificarse de temeraria, y tanto es preciso huir de las imprudencias atrevidas, como de las desconfianzas dispendiosas, comunmente nacidas de falta de conocimientos y de estudios.

Así, pues, para que el sistema que se adopte sea sólido, en el grado conveniente, se necesita conciliar la resistencia

con la economía, y estudiar cuál será en cada caso la composicion de las partes que mejor responda á aquel doble objeto, y cuál la más hábil combinacion de los elementos que, con el mismo fin, constituyan dichas partes. En unos edificios serán los muros contínuos; en otros estarán descargados por grandes aberturas, arcadas ó dinteles, con piés derechos ó columnas; en otros será necesario acudir á los contrafuertes, etc., etc.; en unos casos los cuerpos de edificio serán independientes y en otros estarán enlazados y se servirán de mútuo apoyo; aquí bastarán y convendrán simples columnas, allí será preciso emplear robustos macizos; en unas partes los estribos no podrán resistir fuertes empujes, sin darles espesores considerables, en otras será posible que los resistan con sólo el auxilio de fuerzas contrarias que los anulen, etc. etc.

Tambien en este estudio se debe ver si esos apoyos, si esos muros pueden ser y conviene que sean de piedra, de ladrillo, de hierro, de madera ó entramados, segun las consideraciones hechas al tratar de los materiales; si dada la magnitud ó extension de las salas que reclaman la naturaleza y el destino del edificio, será ó no preciso que los cuerpos sean de simple, doble ó triple fondo, y en estos últimos casos, si aquellas han de estar ó no divididas por líneas de apoyos intermedios.

Si de las partes que sostienen pasamos á examinar las partes sostenidas, habrémos de ver cuál es la disposicion más sólida (en el sentido relativo que ya hemos explicado): la de bóvedas ó techos planos, y unas y otros de qué clases de materiales, de qué formas, de qué género de construc-

cion. Repetiríamos aquí, si más nos extendiésemos, todo lo que hemos explicado en las diferentes lecciones que preceden; y así nos limitarémos á decir que ellas encierran lo que aquí no podemos detallar.

Es además preciso que el sistema de construccion sea el más propio de todo género de conveniencias arquitectónicas. Sin insistir en la economía, que está en cierto modo implícitamente comprendida en la solidez relativa de que acabamos de hablar, y cuyos límites y significacion dimos á conocer desde el principio de este estudio, y hemos procurado ir señalando al tratar de cada elemento y de cada parte, convendrá recordar que otras causas pueden y deben influir en el sistema general de la construccion.

Y efectivamente, bien se comprende que el clima, las costumbres y el modo de ser de los pueblos, y sobre todo el destino del edificio, pueden determinar la necesidad de construcciones muy abiertas, como diáfanas, digámoslo así, para dar ancho paso y libre circulacion al aire ó á la luz y á los rayos del sol, ó al contrario, muy abrigadas, muy cerradas, muy macizas, ya para resguardar el interior eficazmente de las inclemencias de la atmósfera, ya para la mayor seguridad, ya para el recogimiento y el retiro, ya para el silencio y la tranquilidad, ó ya para el género de vida, no igual, como se sabe, en todos los países. Aquí el sistema ha de ser tal, que las partes llenas de los muros superen mucho á las partes huecas; que los apoyos, si los hay, sean muy fuertes, muy anchos y sus intérvalos pequeños; allí serán los macizos ménos importantes, los vanos mayores, los apoyos no más robustos de lo necesario y el sistema de columnas será preferible con grandes claros, en una palabra, se adoptará un sistema abierto, franco y despejado; el segundo requerirá más costo en materiales, el primero tal vez más en mano de obra; aquel realizará la solidez por el medio material de las grandes masas, éste por las aplicaciones inteligentes de la ciencia del equilibrio. Será, por tanto, necesario estudiar detenidamente, si bien todavía no con detalles, cómo deberán los muros y los apoyos, los piés derechos y las columnas, las arcadas y los dinteles, estar dispuestos y enlazados para satisfacer aquellas conveniencias.

Otra no ménos interesante, la salubridad, entra tambien á influir en el sistema de construccion. La calefaccion, en el invierno, la ventilacion en todo tiempo, son, como ya hemos visto, esenciales en los edificios, y segun el destino de estos, habrán de ser más ó ménos enérgicas. Para ello hace falta cierta capacidad en las salas, y si las dimensiones horizontales están fijas ó impuestas, ya por el limitado espacio de que se disponga, ya por razones de necesidad, situacion, etc., etc., habrá de variar la tercera dimension ó altura; de aquí un sistema de bóvedas más ó ménos peraltadas, ó de medio punto ó rebajadas, un sistema de techos altos ó bajos, etc., etc. Todas las dificultades de aplicacion de los sistemas conocidos de calefaccion y ventilacion se presentan, en general, cuando se los establece en edificios ya construidos; pero si al adoptar el sistema de construcion á que se ha de sujetar el proyecto que se estudia, tiene el arquitecto en cuenta aquellas circunstancias, las citadas dificultades desaparecerán con ventaja evidente para la salubridad. Consideraciones análogas respecto de la desinfeccion, de la ma-

nera de prevenir los efectos de la humedad, cuando no se puede evitarla eficazmente con la situacion y los materiales; y de la conveniencia de preparar depósitos convenientemente aislados para materias susceptibles de descomposicion, inducirán, con las anteriores, al establecimiento de sótanos ventilados, espaciosos y capaces para caloríferos, almacenes, depósitos movibles de letrinas, etc., etc. Serán esos subterráneos cubiertos por bóvedas ó por suelos de hierro; su anchura más ó ménos grande hará ó no preciso cercenar el espacio con líneas de apoyos intermedios; las bóvedas serán simples ó compuestas, rebajadas ó de medio punto. Todo esto entra en el sistema general de construccion, y es interesante meditar sériamente, y examinar y comparar mucho, antes de fijar una idea, una solucion como la más útil, como la más apropiada.

El edificio, ¿deberá ser de sólo piso bajo, de dos ó de mayor número? Este es otro punto esencialísimo, cuya influencia sobre el sistema de construccion no puede ser desconocida.

En la arquitectura privada, por ejemplo, es el interés particular el que casi siempre impone el número de pisos, y se comprende, con sólo considerar que el aire no cuesta dinero, y el terreno en las ciudades suele ser muy caro. Este no es un vicio sólo de las casas modernas; en Tébas, las casas tenian hasta cinco pisos; en Roma se llegó á abusar tanto, que algunos emperadores, Augusto y Trajano entre otros, se vieron en el caso de dictar disposiciones para poner límites á la exageracion y dar garantías á la seguridad y hasta á la salubridad públicas. Hoy los reglamentos de policía urbana señalan tambien límites á la indiscrecion interesada de los propietarios; así y todo, sin embargo, no son, en general, las conveniencias arquitectónicas las que en esta clase de edificios sirven de base para la determinacion del número de pisos; y el arquitecto puede en ellos anteponer, hasta cierto grado no más, las consideraciones de economía y renta á otras conveniencias, sin desatender estas completamente.

Mas en los edificios públicos, segun su destino, y aunque no sujeto á reglas absolutas, el número de pisos no puede ni debe ser excesivo; algunos pretenden que un piso bajo y otro principal, sustentados por un basamento, y coronados por un ático, constituyan toda la altura de la construccion; pero aceptamos esa regla como un tipo más ó ménos susceptible de variacion, segun las necesidades, el destino y las sujeciones impuestas, no de otra manera; porque mejor que atenerse á preceptos absolutos, es fijar el número de pisos, como resultado del estudio especial de condiciones en cada caso.

De todos modos, bien se comprende que un sistema de construccion aplicable y conveniente para un sólo piso, no lo será tal vez para dos ó más; si se habia pensado en la conveniencia de pórticos que rodeáran todo el edificio ó parte de él, acaso no lo sea cuando la presencia de otros pisos le convierta en basamento, ú obligue á hacer varios superpuestos; si en un caso se creia poder establecer un sistema de columnas con entablamento, acaso en el otro será mejor un sistema de arcadas y piés derechos; si antes la relacion de partes macizas y partes huecas era la más conveniente,

ahora podrá ser torpe; si en el primer supuesto se creia que todo el edificio debia y podia ser abovedado, en el segundo es probable que se considere mejor un sistema de suelos y techos planos de poco espesor, que en vez de fatigar los muros ó apoyos con fuertes empujes, los haga solidarios, los enlace y los retenga, y permita, con ménos altura de pisos, igual ó mayor capacidad interior, mejor ventilacion, más economía, etc., etc.

Y finalmente, habrá de satisfacer las exigencias puramente artísticas.... ¿Cuáles son estas exigencias? No es posible contestar á esta pregunta de un modo absoluto..... ¿Qué decimos?.... Ni áun en términos generales, que no sean muy vagos. Pero tal vez nuestras indicaciones sirvan, al ménos, para dar á conocer el espíritu que preside á esta investigacion; nos consideraríamos satisfechos si áun eso sólo pudiéramos conseguir.

El arte quiere, ante todo, que lo que en la esencia es sólido, lo aparezca, y que un sistema por el cual se consigue realizar las condiciones de la estabilidad, esté dispuesto de manera que la signifique á todo el mundo, así al hombre versado en los estudios matemáticos, como á los demás que constituyen la inmensa mayoría.

Para esto es preciso que ninguna de las partes del sistema presente á la vista una idea contraria á lo que hemos dicho para la solidez y para la conveniencia; pero no basta para esto evitar que una construccion llena ó maciza se asiente sobre otra hueca, que sobre un vano corresponda un entrepaño, ó que una columna ó pié derecho caiga verticalmente encima del medio de un intercolumnio, ni que las

grandes arcadas de un muro, las aberturas considerables y esenciales del sistema adoptado correspondan enfrente de las porciones llenas del muro opuesto; no, no basta para el efecto artístico que esos dislates groseros sean cuidadosamente evitados, ni que el sistema general esté perfectamente ajustado en su esencia, en su constitucion interna, á los preceptos científicos y á las rigorosas deducciones del cálculo; es además preciso que su manifestacion exterior lo haga ver y en cierto modo lo diga así á todo el mundo, y que el placer que resulte de la disposicion arquitectónica no sea sólo dado á los sabios el gustarlo.

Los grandes arquitrabes, por ejemplo, aparejados como dinteles y compuestos de dovelas, las extensas bóvedas planas de piedra, los arcos y bóvedas de gran luz y muy rebajados, los apoyos comunes á varias bóvedas y que, sometidas á fuerzas iguales y contrarias, parecen sólo débiles tabiques, las arcadas sobre simples columnas, los cuerpos voladizos, que, sostenidos por trompas, parecen estar suspendidos en el aire, etc., etc., todas estas y otras muchas partes de un sistema de construccion, podrán, sin duda, hacer en muchos casos buen efecto en las personas inteligentes, capaces de conocer y apreciar el talento y el mérito del constructor en las dificultades vencidas, cuando han sido impuestas por necesidades reales claramente expresadas; pero el efecto será desagradable áun para esas personas, si, al comprender que otro sistema pudo evitarlas, sienten que tales necesidades y dificultades son *facticias*, creadas por el vano empeño de hacer alardes de atrevimiento; en cuanto á la generalidad de los que las contemplen, se puede afirmar que esos equili-

brios no comprendidos, esos sistemas que no se explican, les asustan, no les agradan; el efecto que les causan es de estupor más que de admiracion.

Y si esto decimos de los sistemas de construccion, que para ser atrevidos se fundan en necesidades y dificultades *facticias*..... ¿qué dirémos cuando, para parecer atrevidos, se simulan necesidades y dificultades *ficticias*, se apela á la superchería y á la mentira? Dirémos, con Mr. de Quatremère, que quien así procede, quien así practica el arte, desciende al nivel de un prestigitador ó de un saltimbanquis, y no respeta la dignidad del arte, ni los derechos de la razon.

El sistema de construccion deberá, pues, manifestarse tan distante de las exageraciones de una combinacion temeraria, como de una prodigalidad de recursos de fuerza, de masas pesadas, que, por vulgar, parezca hija de la ignorancia.

Hemos dicho que la solidez real no basta al arte, y que éste reclama su clara y franca manifestacion; para lo cual las relaciones del sistema de construccion empleado deberán hacer visible la diferencia de destinos de cada parte: así, si ciertas sujeciones obligan á dar á algunas partes un carácter de ligereza para que la carga que produzcan sobre otras sea y parezca lo menor posible, convendrá buscar esa expresion, ya en los sistemas de columnas esbeltas, ya en las bóvedas y arcos ojivos, cuyos débiles empujes permiten la delgadez de los apoyos, ya en la manera de combinar las diversas clases de materiales, y de sacar partido de las formas á que estos se prestan, etc., etc.

La idea de fuerza lleva siempre consigo la de severidad, y es susceptible de muchas expresiones; pero es fácil comprender que en un sistema en que predominan los muros de pocas y pequeñas aberturas, los robustos piés derechos, las bóvedas y arcos rebajados, en donde lo que sostiene acuse mucha base, grande estabilidad, y lo sostenido indique pesadumbre, habrá ciertamente severidad y acaso lobreguez, tristeza, algo de terror en el efecto que dicho sistema produzca.

Si los muros son muy abiertos, las columnas ó pilares muy esbeltos, las bóvedas y los arcos apuntados, lo que sostiene ligero sin dejar de ser estable, y lo sostenido tan liviano que apenas fatigue á sus apoyos, se sentirá naturalmente una impresion que, segun los grados de relacion en el sistema, podrá ser de elegancia, de soltura, de osadía, de gran proceridad.

Si en los elementos que constituyen el sistema dominan las trazas curvilíneas, las formas de inflexion, las líneas y contornos ondulados, nadie dejará de sentir cierto efecto de molicie, de voluptuosidad.

Y tal puede ser el destino del edificio, que estas condiciones puramente artísticas deban inducir al arquitecto á excederse algo de los límites económicos de la solidez científica en el primer caso, ó á encerrarse dentro de ellos en el segundo, ó á dar cierto campo á la fantasía ó al capricho en el tercero; pero siempre respetando las leyes del equilibrio, que jamás deberán ser violentadas por el arte de las expresiones.

No aspiramos, como es fácil comprender, á hacer una enumeracion y exámen de todas y cada una de las circunstancias que pueden influir en la eleccion del mejor sistema aplicable á cada caso; ni esto es posible, ni aun cuando lo

fuera, seria necesario. Lo esencial, en nuestro concepto, es penetrarse bien de la importancia grande del asunto, y del espíritu con que se debe estudiarlo.

No concluirémos, sin embargo, lo que nos habíamos propuesto indicar acerca del sistema de construccion, sin recordar que es muy esencial que domine la idea de unidad, es decir, que no se reunan en un mismo edificio sistemas y principios contradictorios.

Así sucede, por ejemplo, en algunos monumentos que, comenzados en la Edad Media con arreglo á las disposiciones y modo de construccion ojivales, han sido despues continuados con arreglo al sistema de la arquitectura griega restaurada por el Renacimiento: así se vé en las arcadas sobre columnas, que hemos condenado como una concepcion viciosa cuando la dimos á conocer; así es tambien contrario á la unidad el superponer pórticos de distintas especies y de los mismos materiales; el asociar arcos y bóvedas ojivales á columnas de los órdenes griegos, etc., etc. La práctica del arte, la costumbre, y cierta aceptacion y conformidad de la opinion general, han podido hacer admisibles algunas de esas ú otras violaciones manifiestas del principio de unidad; ilustres arquitectos han empleado algunas veces tales disonancias; pero no parece juicioso imitarlos en esto, áun admirando y respetando sus creaciones y la alta autoridad de sus nombres.

PROGRAMA.

Todavía es necesario que, antes de pasar á la representacion gráfica de sus ideas, se detenga el arquitecto, para acabar de fijarlas de una manera general, en otros puntos no ménos importantes que los anteriores. Es uno de ellos el programa de las necesidades y conveniencias derivadas del destino del edificio: es la base de un buen proyecto; todo olvido, toda omision, toda imprevision en ella es una grave falta; para evitarla no se puede desgraciadamente dar reglas, y forzoso es limitarse á presentar ejemplos, que en gran número nos proponemos reunir en otra parte del curso.

El programa ha de expresar el número y los respectivos usos de cada una de las salas, piezas ó habitaciones que el destino del edificio reclama; pero debe expresar más: el órden jerárquico de ellas, en relacion con las necesidades y conveniencias, para distinguir bien lo principal, lo secundario, lo accesorio; esta gradacion, esta idea de jerarquía es indispensable; sin ella, no hay concierto posible, todo seria confuso, desordenado, caótico. Imitemos á la naturaleza en sus procedimientos, ya que es ésta la verdadera imitacion que debe hacer la arquitectura: ella nos dá un modelo de esa ley universal en todas sus manifestaciones. Distingamos, pues, en el programa de todo edificio, cuál ha de ser ó cuáles han de ser las partes que constituyen lo principal, en otros términos, el fin á que concurren todas las demás par-

tes, que serán las secundarias, y cuya igualdad tampoco es posible, pues en ellas tambien es preciso establecer grados de importancia, regulados por esa ley natural de armonía, que á ejemplo de la naturaleza debe subordinar unas á otras, y todas juntas al fin esencial, que puede ser uno sólo ó vario en uno.

Creemos que, despues de lo que con extension explicamos al tratar de la disposicion de las salas, de sus formas y dimensiones generales, es innecesario entrar aquí en mayores desarrollos... Podríamos, pues, decir que un estudio profundo de todas y cada una de las necesidades, de todas y cada una de las conveniencias, y una concepcion clara de las condiciones que el destino del edificio exige, son la garantía más firme y el medio más seguro de formar un programa bueno, completo, bien ordenado.

Cróquis. Conocedor de los procedimientos de geometría descriptiva, como debe ser el arquitecto, buscará en ellos la expresion primera de su pensamiento, y para ir fijando sus ideas hará un bosquejo ó cróquis, en el cual, sin descender á detalles, procurará representar en conjunto una disposicion general acomodada á las consideraciones que preceden. Y como el objeto de este cróquis es ordenar la marcha del raciocinio, y digámoslo así, evitar la aglomeracion de ideas y la fatiga de la memoria, se comprende que más ha de trabajar en él la inteligencia que la mano.

Así, bastará que los muros estén representados por sus ejes, así como los apoyos en proyeccion horizontal por los piés de sus ejes, y todo simplificado y reducido á los signos puramente precisos.

Primeramente, lo natural es ensayar algunas formas del plano, que nosotros, para más generalidad, supondrémos se ha de desarrollar libremente sin sujeciones ni limitaciones de espacio, impuestas por el terreno. El destino del edificio y las reflexiones que el arquitecto ha hecho y hace sobre el programa, le indicarán claramente si aquel deberá componerse de una sóla masa de construccion ó de varias; si cada una de ellas estará dedicada á un objeto análogo, igual ó diferente del de las demás; en cualquiera de estos casos, podrá trazar sobre el papel varias figuras simples, cerradas, abiertas, rectilíneas, algunas veces mixtilíneas ó curvilíneas, sin sujecion á escala, y compararlas unas con otras para escoger aquella que mejor parezca prestarse á las condiciones dichas. Esa figura será dividida en el número de partes determinado antes; esas partes, que son las principales, guardarán entre sí las más convenientes relaciones de posicion y superficie, segun su objeto respectivo, y estarán ligadas de tal manera, que aunque diferentes, se vea y se comprenda que concurren todas á resolverse en la unidad del edificio.

Una vez fija y señalada en el plano por medio de sus ejes, la posicion relativa de las grandes partes principales, que, en general, suponemos cuerpos de edificio, así como de las otras que les sirven de enlace, y de otras complementarias ó accesorias, y abrazado el conjunto en una forma general que se haya juzgado la más apropiada, la más conveniente; repetido, tal vez, el mismo procedimiento para otra y otras formas, para otra y otras combinaciones, se las examinará nuevamente, y de un juicio comparativo resultará la prefe-

rencia que se debe dar á uno de esos bosquejos. Pero no se entienda que esa eleccion es definitiva, porque nada es definitivo aquí mientras algo falte por estudiar ó examinar, pues es tan íntimo el enlace del conjunto y las partes, y de estas entre sí, que con seguridad se puede afirmar la necesidad de retocar, de corregir, de modificar, hasta en algunos casos de desechar aquella eleccion.

Ahora se puede pasar al estudio todavía no detallado, de cada parte principal, de cada cuerpo, y como ya se habrá discutido y examinado si el edificio ha de tener un sólo piso ó varios, ó si unas partes han de constar de uno y otras de dos ó más, se deberá aplicar lo que vamos á decir á los diferentes planos tomados á la altura de cada piso. Ese estudio de cada cuerpo se hará segun la misma ley jerárquica que antes hemos indicado; se fijará la posicion y magnitud relativa de lo que es principal en cada uno, y á esa parte, sala (en su acepcion más lata) cuya forma y dimensiones son conocidas, se referirán los accesorios que ella reclama y que deben estarla subordinados, vestíbulos, galerías de comunicacion, pórticos, corredores, escaleras, etc., etc., advirtiendo que tambien aquí es útil ensayar varias ideas para escoger la que mejor parezca, y que tampoco está será reputada definitiva.

Representada así la disposicion en los planos bosquejados, repasará los perfiles, pues en ellos tambien es preciso hacer un estudio general, y para ello se tendrá presente y se aplicará cuanto hemos dicho al tratar del sistema de construccion, fijando las clases de bóvedas ó de techos y suelos que convenga emplear, su altura aproximada, así como la

de los muros ó apoyos que los sostengan, y su respectiva posicion en cada piso. Con esos borradores se posee ya una especie de embrion del edificio, y como un resúmen gráfico abreviado de los medios generales para satisfacer las necesidades y conveniencias principales que su destino exige: son, por decir así, un núcleo que va á servir de punto de partida para hacer sobre él nuevos estudios, que probablemente traerán consigo alteraciones de más ó ménos importancia.

Ahora se ha de ver si esa disposicion general, que parece conveniente y racional por haber sido hija de una justa apreciacion de las condiciones esenciales, se acomoda bien á la situacion escogida, si se presta á una situacion saludable y ventajosa de sus diferentes partes, si su orientacion podrá conciliarse con los efectos que han de producir, segun su importancia relativa y los puntos de vista que aquella situacion presenta, si la posicion de los diferentes cuerpos es la más apropiada para recibir buenas luces, ya del exterior, ya de los espacios interiores ó patios, y si estos tienen las dimensiones que su objeto y la naturaleza del edificio exigen.

Hechas todas estas comprobaciones, y rectificadas las líneas con arreglo á lo que de ellas se deduzca, y relacionadas las formas generales con el sistema de construccion que se ha creido más conveniente, se podrá ya pasar á determinaciones más precisas, lo mismo en los planos que en los perfiles. Los muros que están indicados sólo por sus ejes, se señalarán ahora por las trazas de sus paramentos, dándoles el espesor que á cada uno corresponda, uniforme ó variable,

segun convenga á la solidez, á la economía; las dimensiones de las salas y piezas principales serán precisadas; los vanos repartidos convenientemente en el número y posicion, con las dimensiones, y sobre todo, en la relacion con los entrepaños que se considere más acertada para la solidez, las conveniencias de todas clases, y hasta para el carácter del edificio.

Las comunicaciones que enlacen unas con otras las distintas partes, serán establecidas con arreglo á su respectiva importancia, en posicion y con las dimensiones convenientes para la mayor comodidad en el servicio.

Los apoyos aislados, sean columnas, sean piés derechos, se distribuirán á las distancias, en el número y con las secciones que el modo de construccion, el carácter del edificio y un buen sistema de proporciones determinen; y estos apoyos deberán corresponder sobre los mismos ejes con los centros de los entrepaños, de las partes macizas de los muros, y las aberturas y los intercolumnios, y los vanos, y las proyecciones de las arcadas, y las principales comunicaciones, tambien deberán corresponder sobre ejes comunes alternados con los anteriores.

Sin esta precaucion, sin este cuidado, las presiones trasmitidas por los arquitrabes, por los arcos, por las bóvedas, por los techos, serian desigual y torpemente repartidas, y las partes débiles estarian sometidas á más fuertes cargas que las partes resistentes; la comodidad, la fácil circulacion, y hasta consideraciones de belleza artística, tambien lo exigen en la generalidad de los casos (1).

(1) Una distribucion inteligente saca el mejor y más económico partido del terreno, aumenta las comodidades interiores de un edificio, arreglándolas á los usos, clima y costumbres de cada pueblo y á las condiciones locales. En algunos países es muy conveniente el sistema de largas enfilaciones de piezas, de puertas principales, de arcadas, cuyo aspecto es sin duda hermoso, racional y conveniente; pero en otros países no son propias ni se las admite, porque unas habitaciones son puntos precisos de paso para llegar á otras, y su regularidad extrema puede llegar á ser viciosa. Las irregularidades de forma y colocacion sólo deben, sin embargo, ser admitidas, cuando razones importantes las exijan. Pero no es la simetría (en la acepcion vulgar de esta palabra) condicion precisa, ni áun muchas veces conveniente, en las distribuciones interiores del edificio.

Procediendo de esta suerte, resultará el plano dividido en séries de líneas que se cruzan formando una red; esas líneas son los ejes; unos corresponden á los medios de las aberturas, otros á los de macizos ó entrepaños; los apoyos aislados estarán en vértices ó puntos de interseccion de dichos ejes, y con ellos coincidirán las líneas medias de los espesores de muros. Este procedimiento facilita mucho las operaciones gráficas; las partes de los ejes de una série comprendida entre dos consecutivos de la otra (que son necesariamente uno de vanos y otro de entrepaños), son mitades de las comprendidas entre dos ejes de vanos ó entre dos de entrepaños; y estas últimas se llaman interejes.

Para los perfiles, aplicando un método análogo, considerando los ejes del plano como trazas de planos verticales, por sencillas operaciones geométricas de proyeccion, se representarán las distancias y las longitudes ó anchuras (segun la direccion del perfil que se considere), sin más que tomar sus medidas dadas por el plano, y levantando perpendiculares á la traza del perfil que se quiere componer, se

tendrán los ejes de apoyos, de entrepaños, de vanos, de muros, etc.; se señalarán los espesores, diámetros, anchuras, ya conocidos y acomodados á un sistema de construccion y de proporciones que, basadas en las múltiples condiciones de solidez, de conveniencias y necesidades, y comodidad, carácter, expresion y efecto artístico, dictan tambien y determinan las alturas, ó sea la tercera dimension que nos faltaba, los cortes de las bóvedas, los de los techos y suelos, etc. Los alzados salen ó se deducen muy fácilmente de los planos y perfiles, si se les considera sólo como la manifestacion exterior de todas las partes que constituyen la obra; así, sobre ellos se verá claramente expresada la importancia relativa de cada parte, y los vanos, los entrepaños, las cadenas en los muros, las líneas de separacion de los pisos, estarán como acusando y revelando la verdad de la composicion de cada cuerpo del edificio (1).

(1) Las relaciones entre anchuras de vanos y entrepaños han de acomodarse naturalmente á las generales, que por razones de necesidad, utilidad ó expresion y carácter del edificio, hayan sido determinadas entre todas las partes vacías y todas las macizas. Pero es preciso no olvidar que las primeras no fijan una relacion invariable, que las segundas no pueden sujetarse á un criterio fijo, y que, en general, el gusto será despues de todo el que decida. La economía parece aconsejar reduccion de entrepaños y consiguiente aumento de vanos, porque se disminuye así el cubo de fábrica; pero esta ventaja casi siempre es ilusoria, atendido el mayor costo de mano de obra que originan los telares, jambas, dinteles, arquivoltas, etc. En general, se puede decir que la anchura de los entrepaños no debe ser menor que la de las aberturas: este es un límite inferior del que rara vez se podrá pasar. Es imposible asignar un límite superior; en cada caso lo fija el gusto del arquitecto, teniendo cuidado, por una parte, de no caer en la pesadez y tristeza de aspecto, y por otra de preparar extension suficiente en los alzados y perfiles para decorarlos con los órdenes de arquitectura ó con obras esculpidas, y solidez bastante para coronar con entablamentos. Algunos autores, sin embargo, pretenden fijar el límite superior de anchura de los entrepaños en uno y medio á dos veces la abertura de los vanos; nosotros creemos que conviene conocer estas reglas, pero no sujetarse á ellas por sistema. En las fachadas principales se procura siempre que haya un número impar de vanos en sentido horizontal para que quede así uno en el medio, destinado á la puerta de entrada, y además se los dispone simétricamente con relacion al eje de dicha puerta; pero en las fachadas secundarias hay más libertad en la aplicacion de estas reglas, que tampoco se deben mirar como absolutas en las primeras. Más adelante dirémos algo sobre la simetría así entendida en los edificios.

Las dimensiones verticales de los vanos ya han sido explicadas en la leccion V, y las de los macizos que en perfil separan los vanos de un piso de los del superior é inferior podrán variar mucho; pero interesa que no bajen de la suma de espesores de dintel ó arco, de techo y suelo planos ó abovedados, y altura de poyata mayor ó menor, segun se trate de ventanas ó balcones.

Con el plano, los perfiles y alzados, queda así completo el cuerpo que se trataba de crear, y que deberá satisfacer á las más esenciales prescripciones de la solidez, de la conveniencia general, á las condiciones materiales de la obra y algunas de las condiciones de belleza. Decimos completo, porque hemos tenido cuidado de hacer intervenir en todo lo que precede, bajo una designacion vaga y general, las inspiraciones del arte en concurrencia con las necesidades y conveniencias de órden material, antes de suponer definitivamente adoptada una forma ó una relacion de formas, una dimension ó una relacion de dimensiones.

Y ¿por qué esa vaguedad? ¿por qué esa falta de precision? Porque esas inspiraciones no son susceptibles de explicacion; porque no se puede señalar un procedimiento, un medio para llegar á lo bello; el génio individual, cuando tiene el sentimiento de la belleza y el poder bastante para acercarse

á ella, crea el medio y el procedimiento, y los aplica sin más guía ni más consejo, ni otra direccion que la de sus poderosas facultades. Lo que sí podremos, tal vez, es indicar algunos de los aspectos bajo los cuales las obras de arquitectura manifiestan la belleza y algunas de las cualidades principales que la constituyen y producen placer en quien las contempla y las estudia.

Las consideraciones que vamos á presentar no deberán ser hechas por el que forma un proyecto, como para rectificar ó añadir algo nuevo al plano, perfiles y alzados, á que antes nos hemos referido, no; deben entrar en su formacion á la vez que las otras consideraciones técnicas y materiales, comunicando á estas lo que ellas tienen de elevado en el órden moral, y recibiendo en cambio, en el órden físico, la impresion del carácter de utilidad positiva; en otros términos, el arquitecto deberá ir atendiendo simultáneamente á unas, á otras, y á la alianza, á la conciliacion, siempre posibles, de ambas. La inteligencia, que es muy rápida en sus transiciones de una á otra idea, hasta el punto de hacernos creer que abarca varias á la vez, puede realizar esa atencion en cierto modo simultánea á dos órdenes distintos de consideraciones.

Pero ni la palabra hablada, ni la palabra escrita, pueden proceder del mismo modo, y como ellas constituyen el medio de enseñar, he aquí por qué, como muchas veces hemos dicho, hay una gran diferencia entre la enseñanza y la práctica de la arquitectura, y hé aquí tambien por qué, no siendo posible en la explicacion una mezcla que confundiria, exponemos separadamente las consideraciones que en la leccion siguiente vamos á presentar.

LECCION XX.

De tal manera está relacionada la idea de grandeza moral con la de grandor (tamaño, magnitud), que se puede decir, sobre todo en arquitectura, que es esta la expresion física, corpórea, de la primera. Ni el lujo de ornamentos, ni la elegancia y riqueza de los detalles, ni el primor y esmero de la ejecucion, bastan para corregir el mal efecto de todo lo que es pequeño, reducido, raquítico. Las grandes dimensiones convienen á todo lo que es fuerte, y en donde se ostenta la fuerza, en donde hay espacio y ancha base, el pensamiento es más libre, la concepcion es más vasta, el efecto es más grande. La vista no debe ser distraida y fatigada por insignificantes detalles; y hasta donde sea posible, se deben evitar las impresiones sucesivas y distintas, que son opuestas al efecto simultáneo del conjunto. Grandeza.

Conjunto. Entendemos por conjunto el arreglo de las partes para constituir un todo en arquitectura. El mérito de ese arreglo en el plano se manifiesta por una inteligente coordinacion de las grandes partes, ajena á todo espíritu de minuciosidad y de detalle; se revela en las relaciones de formas exteriores con la composicion interior. En los perfiles y en los alzados se muestra por la observancia de una ley de relaciones entre las partes principales y las secundarias, y entre las primeras y el todo, que permita ver y comprender con claridad que un mismo espíritu las anima, que el más pequeño de los miembros no podria ser alterado sin alterar el todo y que éste dejaria de ser lo que es sin el concurso de aquel.

Gradaciones. La distincion jerárquica de que antes hemos hablado, debe revelarse clara á la inteligencia y á la vista, así en el conjunto como en los detalles, y en todas las partes de un edificio. Seria irracional, y por tanto no podria ser bello, el violentar las leyes naturales, el sustituir al órden de sucesion de importancia la mezcla confusa de caprichos y fantasías, con que se pretende contentar los ojos sin satisfacer á la razon. Hay primeramente una cualidad que sobresale entre todas, es la solidez; el arte debe destacar su expresion con preferencia, y á ella acomodar las formas del plano, de los perfiles y alzados; asociada á esa propiedad, y más bien como derivada de ella, el arte estudia la manera de hacer agradable dicha expresion; y con el enlace de ambas condiciones, realiza un fin de utilidad, que es lo principal. Hay edificios cuyo destino se señala por una propiedad principal, y ésta se muestra en ciertas formas de plano; ya es un cuerpo avanzado, ya una série de patios en gradacion, que convergen hácia la parte principal del edificio; ya una dependencia y relacion manifiesta de cuerpos subordinados á otro ú otros; ya es la forma de cruz en las iglesias cristianas ó la de rotonda en un circo, etc., etc. En los perfiles y alzados cada piso tiene generalmente un destino especial, y siempre hay uno que en sí encierra la propiedad principal del objeto del edificio; el arte debe acusarlo así con toda claridad. En todo debe reinar ese órden, sin el cual se produce inevitablemente la confusion, y se destruye la *simplicidad* y la *unidad,* que son, por decirlo así, el alma de la arquitectura.

La unidad y la simplicidad se confunden con frecuencia en una misma idea, y es porque parece que una y otra se reclaman mútuamente. La unidad *integra* con las partes *el todo,* de manera que aquellas y sus detalles concurran á un fin principal, por medio de combinaciones *necesarias*, en las que ni haya *deficiencia* ni haya *exceso*. La simplicidad establece un órden *natural,* gradaciones *fáciles,* y *lógicas* disposiciones, á fin de que, sin oscuridad y con franqueza se descubra lo *esencial,* no oculto ni embarazado en su manifestacion por lo accesorio. La unidad en el plano rechaza las partes interrumpidas, sin conexion, los contornos mixtilíneos, los caprichos de líneas en el trazado, y requiere generalmente contornos regulares, líneas simples, y sobre todo, una correspondencia y enlace de las partes, que sirvan de transicion suave de unas á otras. En los perfiles y alzados la unidad excluye la falta de relacion de las partes, de los ornamentos, sus formas, su enlace, su número, y el destino, la naturaleza del edificio; excluye tambien la diversidad de relaciones en-

tre los vanos y las partes llenas, la discontinuidad de entablamentos, la duplicacion de órdenes en un mismo piso, los resaltos de miembros ó partes que por su naturaleza no los admiten, la superposicion de alzados distintos en su esencia, etc., etc. La simplicidad en el plano permite que se aprecie bien y claramente la razon y la idea de la obra; para ello los contornos regulares y las líneas uniformes no bastan, es preciso que esas líneas y esos contornos tengan su razon de sér, y que respeten todas las necesidades y conveniencias. En los perfiles y alzados puede no haber simplicidad, habiéndola en el plano; las complicaciones en los detalles, las interrupciones, las formas violentas, los salientes exagerados, los cuerpos voladizos, cuando su necesidad no es sensible, son partes contrarias á esa cualidad. La simplicidad no implica, sin embargo, monotonía; y en prueba de esto considérese un templo griego, en cuyos alzados todo se vé, todo se distingue con claridad; las partes, los adornos, los perfiles, se suceden con tanto órden, con tanta naturalidad que, sin pena, sin fatiga, sin esfuerzo, todo se acusa fácilmente al espectador; y considérese, en cambio, uno de esos monumentos de la Edad Media, en que las partes están aglomeradas, en que las esculturas, en número incontable, se superponen, se tocan, se estrechan, en que todos los miembros parece que se penetran y forman un haz de cuerpos apiñados; la vista se fatiga, se pierde en tanta confusion y llega á no distinguir nada.

La unidad no implica la uniformidad defectuosa, es decir, la identidad, la repeticion igual y monótona de formas y detalles; al contrario, es necesario evitar esa consecuencia del abuso de la unidad, porque tanto desagrada lo difícil, lo complicado, lo confuso y desordenado, como lo lánguido, lo inactivo, lo frio, lo muerto.

Variedad.

Ha de haber *variedad* en la unidad y unidad en la variedad. La expresion de lo necesario seria incapaz de producir el efecto del placer si no la animára el gusto de la variedad. Lo excesivamente simple conduce á la monotonía, y anulando toda comparacion, no mueve los afectos del alma; su correctivo es tambien la variedad. Pero esta no ha de ser hija del capricho, ni llevar al desórden por medio de una laboriosa invencion de recursos caprichosos y arbitrarios, pueriles, innecesarios ó redundantes, ni por una inmoderada profusion de ornamentos sin objeto, sin significacion; la variedad tiende á evitar, por ejemplo, en un alzado la lisura, la continuidad, la ausencia de divisiones, sin crear por eso tal diversidad, que alterando el fondo y la esencia de una disposicion, ó violentando las formas principales, rompa la unidad esencial. Así, luego que el motivo, la intencion, el objeto de una obra han dictado cierta igualdad de formas y de dimensiones en sus partes, y ciertas repeticiones, duplicaciones, etc., que podrian llevar el concepto moral de unidad hasta la expresion fastidiosa y monótona de la uniformidad material, entonces el espíritu de variedad interviene, revistiéndolas de un tinte, de un tono, de una expresion, que sin destruir una igualdad sustancial necesaria, crea delicadas y ligeras diferencias de manifestacion. La decoracion, las riquezas, los colores, los juegos de luz y sombra, etc., etc., son recursos que se presentan al artista para conseguirlo.

Movimiento. Y de este modo entendida y así aplicada, la variedad produce en todas las partes de la arquitectura eso que se llama en las artes *movimiento;* dá á las creaciones del artista las propiedades morales, que son atributos sensibles y externos de la vida, y preserva á la vez de cierta manía de bastardas combinaciones, líneas y contornos violentos, entortijados, revesados, sin más guía ni más direccion que el capricho del lapiz sobre el papel, y sin más inspiracion que el torpe afan de novedad é independencia.

Oposiciones, contrastes. Las *oposiciones* y *contrastes* son medios muy socorridos de que se sirve el espíritu de variedad, y es muy comun creer que son voces sinónimas en arquitectura; este es un error que, si sólo afectára á la diccion más ó ménos propia, no seria muy grave; pero conduce á conceptos equivocados, y puede dar lugar á faltas esenciales. En este arte la *oposicion* es una cualidad, el contraste es un defecto casi siempre; la primera procede de la aproximacion de distintas partes ú objetos por medios que no produzcan violentas sensaciones; el contraste supone, al contrario, cambios bruscos de impresion, al pasar la vista de una parte á otra contigua. Este se realiza rompiendo la unidad arquitectónica, ya en la composicion, ya en las proporciones, ya en la expresion decorativa de un edificio; aquella es un auxiliar eficacísimo de la variedad, que, como hemos dicho, no excluye la unidad, sino que la preserva de caer en la monotonía, en la uniformidad defectuosa. La oposicion se muestra en las obras de arquitectura de varias maneras; ya por la mezcla y empleo variado de distintos materiales; ya por la aproximacion de objetos pequeños y grandes para dar idea clara de la magnitud de

estos por la comparacion con aquellos; ya por el primor de ejecucion de unas partes al lado de cierta rusticidad propia de otras; ya por la ligereza de un cuerpo sostenido sobre la robustez real y aparente del que le sostiene, etc., etc. En las dimensiones, si todo está tratado con grandeza, su efecto artístico no corresponderia á su esencia, sin el auxilio de la comparacion, que sólo las oposiciones pueden producir, sirviendo como de escala proporcional. Cuando dimos á conocer las molduras de los órdenes de arquitectura griega, dijimos lo que se llamaba perfil, y arte de perfilar; este arte es el de las oposiciones, perfecto en la arquitectura griega. Y es necesaria la oposicion, como lo es variar y animar lo monótono, aligerar la pesadez de lo fuerte, moderar la profusion de riquezas, enriquecer lo muy pobre y sencillo. El contraste, cuya expresion es contraria á la unidad, no es admisible en arquitectura y escultura, como lo es la oposicion.

El decoro, la conveniencia, el bien parecer, son expresiones que en arquitectura significan conceptos morales, análogos á los que se les atribuye en los actos y la conducta de los hombres en sociedad. Están comprendidas en lo que de un modo general pudiéramos llamar las conveniencias morales. Veamos cómo la arquitectura debe responder á su satisfaccion, para ser digna, propia, oportuna, decorosa en sus expresiones. Decoro.—Conveniencia.—Compostura.

La naturaleza y el destino del edificio, la armonía de sus partes, y el uso general, las prácticas establecidas y sancionadas por el comun sentir de los hombres, dictan y hasta imponen ciertas limitaciones, que el gusto del artista no podria salvar sin ofender las conveniencias y hasta la dignidad

del arte. ¿Cómo podria, por ejemplo, sin grande impropiedad, sin la más alta inconveniencia, ser una sala de fiestas dispuesta, proporcionada y decorada con severidad ó con pobreza? ¿Cómo podria un hospital revestir la pompa del lujo y de la opulencia? ¿Cómo habrian de ser propios de un templo los juegos de fantasía, los caprichos que divierten y distraen?

Hay indudablemente para cada destino de edificio una expresion que le *sienta bien*, que le es *propia*; y no acomodarse á ella, es violentar el sentido natural, es faltar abiertamente á las conveniencias morales. Lo que es inútil, lo que es disonante entre varios objetos, lo que no se armoniza con otras partes para formar un todo, no sienta bien, se despega, es contrario á las conveniencias. Finalmente, no respetar los usos, lanzarse á atrevidas innovaciones, emanciparse de las reglas, y no reconocer su autoridad porque no tengan una demostracion física, es tambien ofender las conveniencias, en general, porque el consentimiento público que nace del uso, siempre fundado en la razon, se siente poco dispuesto á acoger con aplauso todo aquello que, sin *razon ostensible*, se opone á la costumbre. Y no es preciso decir que si se falta á las conveniencias deliberadamente, bajo cualquiera de los tres aspectos indicados, por el afan de novedad, de invencion, y por espíritu de necia presuncion, entonces la arquitectura se arrastra por el lodo, pierde toda su dignidad.

Orden.—Pureza.—Exageracion.—Capricho.—Extravagancia.

De estos extravíos, del desórden, de la falta de pureza, de la exageracion viciosa, del imperio del capricho, de la extravagancia, proceden los mayores desatinos en este arte; de ellos vino la decadencia primero y la desaparicion despues, de aquella arquitectura griega y de los tiempos de la república romana, tan racional, tan lúcida, tan moderada, tan digna, tan noble, tan decorosa, tan llena de magestad y grandeza, tan sublime. Compara un ilustre escritor la historia de este arte al curso de un río, cuyas aguas, puras y límpidas cerca de sus fuentes y orígenes, se esconden despues debajo de la tierra, y vienen á reaparecer á gran distancia, aunque no ya con su primitiva claridad y transparencia; y es preciso reconocer que la comparacion es felicísima.

Los órdenes de arquitectura, esa admirable creacion del arte griego, mal entendidos, mal aplicados, pudieron parecer estrechas fórmulas impuestas como trabas á la libre expresion del génio, cuando en realidad se acomodan á todos, absolutamente á todos los grados de solidez, de elegancia, de riqueza, de severidad, de nobleza, de efecto artístico, así en el órden material como en el moral. En la primera parte, al explicar la teoría de los órdenes, hemos hecho ver su generalidad, y nos hemos esforzado por penetrar y desarrollar su verdadero espíritu; bástenos, pues, ahora recordar aquellas consideraciones.

La discreta y atinada distribucion de los diferentes órdenes, la aplicacion juiciosa de cada uno al carácter del conjunto, la justa armonía de intercolumnios, alturas y diámetros de columnas, ó más general, de vanos y de macizos en plano y en perfil, el buen gusto de las oposiciones en el arte de perfilar, la fidelidad de los tipos (en su acepcion general), la sobriedad de ornamentos con cierta oportuna gradacion de riquezas, tales son las principales condiciones de la pureza,

No hay pureza en donde se muestra la invasion de novedades de un dia, que no teniendo la sancion del tiempo y del gusto universal, viven poco, pueden acaso brillar y arrancar aplausos en los primeros tiempos de su aparicion, pero brillan como las estrellas fugaces, y los aplausos que obtienen se cambian pronto en expresiones de fastidio. No es la arquitectura, ni debe ser jamás, el juguete de la moda, ni hija de sus mudables caprichos; no admite el abigarramiento, la hibridez, la confusion de los tipos, la indiscrecion de las mezclas, que son casi siempre compañeras de un gusto estragado.

Estas observaciones son muy aplicables á la arquitectura privada moderna; hecha para una sociedad que se cansa hasta del bien, que gusta de frecuentes mudanzas, y que en ello parece cifrar su vanidad, no es extraño que se ponga á su servicio, halagándola y acomodándose á sus veleidades; es una de las causas de la *extravagancia* que forma el último grado de la *exageracion*. La invariabilidad de los modelos que la naturaleza ofrece á la escultura y la pintura hace menor en ellas la influencia de los gustos de una sociedad estragrada; pero la arquitectura está muy expuesta á sufrirla, porque no son modelos corpóreos y materiales los que ha de imitar, sino espíritu y procedimientos. Cuando la obra del arquitecto no llega á ser extravagante, puede ser no más que exagerada, y entonces el talento á veces consigue con ellas sorprender, cautivar é impresionar; pero pronto cae en descrédito, y sirve tal vez, al fin, de tema al ridículo y á la burla. Porque si la poesía, la pintura, la escultura no sólo admiten la exageracion, la hipérbole, sino que necesitan su concurso

en muchas ocasiones, la arquitectura no podria fácilmente detenerse en el punto que conviene, para evitar que la solidez exagerada sea pesadez, que la ligereza exagerada sea debilidad, que la exagerada simplicidad sea pobreza ó que la riqueza y el lujo exagerados se conviertan en desórden y confusion.

En todo lo que precede nos hemos valido frecuentemente de la palabra *proporcion*, y á ello nos ha autorizado la idea de que su significacion general es conocida de los alumnos desde que estudiaron la teoría de los órdenes. Conviene, no obstante, que nos detengamos un momento á examinar la *proporcion* como elemento esencial de la belleza, siquiera no podamos hacer otra cosa que dar á los alumnos una breve idea de las teorías emitidas por ilustres artistas acerca de esta cuestion de estética, tan debatida en todas las épocas. **Proporcion.**

Las simples relaciones de dimensiones en un objeto no constituyen las *proporciones* de ese objeto; el espíritu que determina esas relaciones, la ley que las regula es la *proporcion*; lo que en la teoría de los órdenes hemos llamado muchas veces *ley de relaciones*, alma de la arquitectura griega, la *sunmetría*, la que Vitruvio llama *symetría*. Ella existe en un sistema de arquitectura, así en los elementos como en las partes de edificios, así en estas como en los cuerpos y masas enteras de edificacion, cuando para el fin múltiple de necesidad, conveniencia y belleza, se le dispone de tal modo, que haya una relacion recípoca entre las partes y el todo; y esa ley determinada ha de permitir que del conocimiento de una parte se pueda deducir el conocimiento del todo y recíprocamente. Bien se comprende que para esto es preciso que la

ley refiera por medios claros todas las medidas de las partes á otra medida que sirva de término general de comparacion, y que sea, digámoslo así, al sistema, lo que la unidad numérica es á la numeracion, lo que la unidad lineal es á las escalas gráficas.

Tal es, en su esencia, la teoría de Vitruvio; ningun ejemplo la representa con más fidelidad que el de los órdenes de la arquitectura griega; es el sistema modular, no en su aplicacion exclusiva á las columnas, sino en toda la generalidad con que nos esforzamos en darlo á conocer en la primera parte de estas lecciones. Originada esa arquitectura en una disposicion tan sencilla como necesaria, hija de las condiciones naturales, basada en procedimientos de construccion impuestos por la clase de material empleado, creó un sistema en donde se refleja con evidencia la imitacion de las obras de madera con las relaciones necesarias para existir y para responder existiendo á un fin determinado. Despues, preparada así la creacion primera como el resultado de relaciones necesarias y convenientes, entró el génio artístico á embellecerla y realzarla con un principio tomado de la parte más noble de la naturaleza, de la configuracion del cuerpo humano, principio ya representado con perfeccion en las obras de escultura, y del cual se deriva fácilmente ese sistema modular, esa ley de relaciones que explica Vitruvio, comparándola con la que la naturaleza ha establecido entre las magnitudes relativas de las distintas partes de nuestro cuerpo.

Se sabe, en efecto, que en medio de las variedades de razas, de tipos, de sexos, de edades, existe en el cuerpo humano un sistema constante de proporcion, una ley natural que, imitada, conduce á realizar una de las condiciones de belleza en arquitectura. Y esas variedades de la misma ley son las que representan los tres órdenes y sus grados diferentes, y las analogías del carácter y de la expresion moral que revisten, indicadas tambien por el mismo Vitruvio, al querer que sea el dórico la representacion del hombre, y el jónico la de la mujer. La teoría de Vitruvio no nos parece oscura, como muchos han pretendido; la encontramos, al contrario, perfectamente natural, y hasta nos atreveríamos á decir sencilla, si no la encontrásemos desfigurada por otras teorías que han aspirado á servir de esclarecimiento suyo, cuando en realidad son sólo peregrinas y violentas hipótesis, en su mayor parte inadmisibles.

Confundiendo algunos la *ley de relaciones*, la *sunmetria* de los griegos con la *euritmia*, han olvidado que el *metro* y el *ritmo* son cosas esencialmente distintas, que, si bien se asocian y hasta se hermanan para contribuir á la belleza, son condiciones que en arquitectura, por analogía con la música y la poesía, se refieren á medida y extension la una y á número y tiempo la otra; proceden de un tipo de la naturaleza (el hombre) la primera, y del gusto la segunda; que, observado el metro, la medida, establecida la ley de relaciones, existe la proporcion (la *sunmetria*), y que no basta el ritmo, la diversidad de formas, la variedad de dimensiones, los efectos de oposiciones, la suavidad ó dureza de contornos y líneas, etc., para que haya *euritmia*, sino que es preciso realizar el *bello ritmo*. La proporcion puede ser y es hija de una imitacion; la *euritmia* es sólo hija del senti- **Euritmia.**

miento de lo bello, educado y dirigido, tal vez, por la práctica, por el hábito de las sensaciones experimentadas. Hay, sin duda, diferencias entre las sensaciones trasmitidas por la vista y las trasmitidas por el oido; pero nadie duda que el efecto de las gradaciones, de la continuidad, de las interrupciones, es para los ojos análogo al efecto de esas mismas cosas para el oido (1), y de aquí que la *euritmia* sea aplicable á la arquitectura como lo es á la música, y no como condicion ni consecuencia precisa de la proporcion, sino como complemento de ella para contribuir, así como otras cualidades, al sentimiento de la belleza. Hemos dicho que si para realizar esa cualidad llamada *euritmia* no hay más principio ni más regulador que el gusto, para que la proporcion, la ley de relaciones exista en un sistema arquitectónico, hay un modelo en las obras de la naturaleza, en la configuracion general del cuerpo humano. Pero este modelo es traducido por el arte de una manera analógica, no copiado

Armonía. fielmente, y en esta traduccion va envuelto *un principio de armonía*, es decir, de enlace tal entre todas las partes que no se pueda alterar las dimensiones de una de ellas sin destruir la conexion y el lazo comun que las liga y constituye la principal razon que las determina. *Un principio de armonía*, decimos, y no la idea completa de esta cualidad, para cuya realizacion no basta que exista en las proporciones de las partes, es preciso tambien que esté en el estilo, en el gusto y

(1) Todo el mundo sabe que entre el olfato y el paladar, entre el tacto y la vista, hay relaciones evidentes; el olor anuncia, y como previene muchas veces el sabor de una cosa, así como la vista acusa y dice la aspereza ó suavidad de un cuerpo.

en la unidad que las coordinan, disponen y caracterizan. Y aún en las proporciones no habrá armonía cuando solamente se las sujete á esa relacion inspirada por la necesidad y traducida de la naturaleza, porque la diversidad de circunstancias, la posicion relativa de las partes y la del espectador que haya de contemplarlas, deberán siempre influir para que aquel enlace entre todas ellas se manifieste, se haga sensible y trasmita á los ojos una impresion semejante á la que al oido trasmiten la accion simultánea y la combinacion de los sonidos, que constituyen el principio de la armonía musical.

Parece, desde luego, natural pensar que el arreglo de las proporciones en arquitectura, para que sean armoniosas, no ha de ajustarse á preceptos fijos ni á relaciones numéricas invariables, como muchos y célebres maestros han pretendido en teorías bellas é ingeniosas ciertamente, pero no ménos vanas é inconsistentes. Unos, queriendo por un esfuerzo violento llevar á la realidad práctica y materializar, digámoslo así, las relaciones *morales* de semejanza entre los efectos la armonía musical y los de la armonía en las otras artes, no han vacilado en someter las combinaciones de colores, la gradacion y los diapasones, las tintas y los desvanecidos, á las mismas reglas y á los mismos procedimientos empleados por la música en las combinaciones de los sonidos, en los tonos y semitonos, en los acordes y arpegios, etc., etc. Y han ido más allá; han representado en lo que llaman arquitectura armónica, por medio de notas musicales, los capiteles, bases y otros miembros de los órdenes, dando á las molduras valores equivalentes á los tiempos y compases mayores y menores, viendo en los perfiles acordes, y

realizando en las formas y proporciones verdaderos grados de modulacion por la aplicacion de los breves, semibreves, mínimas, semínimas, corcheas, semicorcheas, fusas y semifusas. Si no fuera por el alto respeto que nos inspiran los nombres de sus autores, diríamos que con tales teorías nos hallamos en el camino de ver un dia una partitura de Rossini ó Donizetti, convertida en un bello monumento, ó de oir en el teatro las armonías de una obra de Bramante ó de Palladio.

Otros, admirando la armonía que reina en las obras de la arquitectura griega, y queriendo sorprender el secreto de ese admirable concierto, de esa belleza no igualada, han partido de la base de los números misteriosos, y han recordado su significacion creyendo que las relaciones de medidas en aquella arquitectura debian ser sencillas y dependientes de la influencia de dichos números. Así, han investigado, han medido, han comparado y referido unas dimensiones á otras, las alturas, anchuras, profundidades, salientes, entrantes, etc., en cada parte, en todas, en sus mútuas relaciones, en monumentos griegos y romanos, y mediante ciertas libertades en las fracciones, forzando unas veces unidades decimales de órdenes diversos, y despreciándolas otras, han llegado, aunque no siempre, á relaciones fáciles. De aquí han pretendido deducir reglas generales, y encerrar el génio, el gusto y la gracia del artista dentro de la inflexibilidad de guarismos, que ni aún tienen el carácter de generalidad en los monumentos estudiados, y de los cuales se emancipaba ese arte antiguo que ellos quieren imitar.

La razon, la ciencia y la observacion de la naturaleza,

que otros pretenden invocar en apoyo de relaciones numéricas de armonía, dicen que hay leyes, espíritu y procedimientos generales, mas no han mostrado hasta ahora su expresion fija, no ya en números, pero ni siquiera en una fórmula ó en un sistema de fórmulas que traduzcan esos procedimientos, espíritu y leyes generales que rigen la armonía universal. Se siente, es verdad, en toda la naturaleza, una maravillosa unidad y un concierto tan admirable, que no se explican sino mediante la existencia de una ley de armonía que abrace todas las partes, y de la cual no sean más que manifestaciones particulares las que la ciencia y la observacion han estudiado y reconocido, y constituyen un poderoso y eficaz auxilio al arte. Pero poseer esa gran ley de armonía, penetrar ese arcano, parece fuera de los límites de las facultades humanas; y enfrente de esa imposibilidad la aspiracion es temeraria y todo lo que tienda á establecer fórmulas por induccion, no puede ser de utilidad práctica para el artista, á quien mejor que ellas guiarán en sus obras la racional imitacion aconsejada por Vitruvio, y la inspiracion propia, el gusto y sentimiento individuales.

Cambio de proporciones.

Esta conclusion se vuelve todavía más racional, y casi dirémos necesaria, cuando se considera que las relaciones armónicas, para ser hijas de preceptos invariables, para ser traducidas en fórmulas precisas, para ser expresadas en números, habrian de versar sobre las proporciones reales y verdaderas, y una vez admitidas aquellas relaciones analíticas ó numéricas en la hipótesis violenta de que se lograse formularlas, todavía el arte no podria aceptarlas para producir el sentimiento de la armonía como condicion de la belleza;

porque todo el mundo sabe cuán falibles, cuán inciertas son en muchos casos las rectificaciones, las correcciones de que el sentido comun, el hábito y la experiencia son capaces para deshacer los efectos inmediatos y directos sobre los ojos de las ilusiones de óptica. Esos efectos son muy conocidos y apenas necesitamos detallarlos; ya hacen aparecer más grandes ó más pequeñas las dimensiones de un objeto; ya presentan curvas ciertas líneas ó superficies, que son en realidad rectas ó planas; ya acusan inclinaciones que no existen, concurrencia de rectas paralelas, ó dan apariencias de óvalos á círculos, de rectángulos á cuadrados, etc., etc.

Algunos célebres arquitectos han combatido la necesidad para el arte, de todo cambio, de toda alteracion en las proporciones; y entre ellos Perrault, que rebelándose contra el consejo de Vitruvio, dice que no se debe jamás alterar las formas ni las proporciones de los miembros, elementos y partes de la arquitectura, sino respetarlas en toda su verdad siempre, porque, cualesquiera que sean los errores á que el sentido de la vista esté expuesto, el sentimiento de la verdad no se destruirá; la correccion de esos engaños, de esas ilusiones será, segun él, infalible. Otros ven en los cambios de formas y proporciones una solucion viciosa, porque su efecto está circunscrito á un punto de vista determinado, y el objeto propuesto se alcanza de una manera incompleta; el que contempla una obra de arquitectura, dicen, debe gozar de su bello efecto artístico desde cualquier punto en que se sitúe. Esta es una cuestion muy compleja; la opinion de los primeros nos parece exagerada, la de los segundos demasiado absoluta y basada en una condicion que la misma naturaleza hace imposible; nosotros nos inclinamos á la opinion de Vitruvio, y creyendo «que las cosas siempre parecen »ser de otra manera que su realidad, consideramos necesa»rias aquellas alteraciones, siempre que no afecten las con»diciones esenciales de la obra;» y añadimos, «siempre que »esos cambios no creen diferencias grandes de aspecto, ca»paces de producir chocantes contrastes.»

¿Cómo no reconocer, en efecto, que un gran cielo raso, perfectamente plano, sin apoyos intermedios, parecerá convexo hácia el espectador, y que ni la experiencia ni el sentido comun, ni el hábito, pueden sobreponerse á la impresion del miedo, que los inhabilita para toda rectificacion? ¿Cómo podria existir ésta en presencia de un muro de paramento perfectamente vertical y de gran altura, que parecerá desplomado? ¿Cómo podria ser corregida la ilusion en los grandes arquitrabes sin el auxilio de los cambios indicados? Y forzoso es tambien reconocer que ya se admita la alteracion, ya se respeten las formas y proporciones verdaderas, el efecto artístico de una obra será siempre variable, segun las diferentes posiciones que el espectador ocupe. De todos modos, bien se comprende la imposibilidad de dictar reglas acerca de los procedimientos que el arquitecto debe emplear para hacer dichos cambios; dependen del gusto y del profundo conocimiento de los fenómenos de la vision y de las leyes de la perspectiva de las sombras.

Simetría.

La *sunmetria* de los Griegos, la *symetria* de los Romanos, que es, como se ha explicado, lo que llamamos proporcion, ley de relaciones, no es lo que vulgarmente solemos designar

con el nombre de simetría, de que algunas veces nos hemos servido en lo que precede para indicar una idea que todo el mundo conoce, y que no necesitamos definir. La aplicacion de esta simetría á la arquitectura parece á muchos una expresion fastidiosa y monótona contraria á la variedad, y es por ellos rechazada cuando el efecto de la obra es sucesivo. Otros, sin embargo, ven en tal cualidad una imitacion de la naturaleza: ella nos enseña que la configuracion exterior del hombre, de los animales, ha sido dispuesta con esa correspondencia de partes idénticas á uno y otro lado de una línea media ó eje de simetría, y de tal modo, que nos pareceria contraria á la unidad otra cualquiera disposicion. Que se distribuyan de distinta manera los vanos de una fachada, por ejemplo, á derecha é izquierda de su línea vertical media; que se les dé formas y proporciones desiguales, no parecerá la fachada de un edificio; será, en general, un conjunto híbrido, un cuerpo monstruoso ó bien un agregado de partes desemejantes, agrupadas sin concierto y en desórden. La simetría, en este concepto, debe ser respetada, si bien ligeras diferencias, que no afecten la esencia de la obra, pueden y en muchos casos deben evitar la uniformidad defectuosa de que antes hemos hablado; diferencias que casi siempre se consiguen por medio de la variedad en la expresion decorativa. A la multiplicidad de objetos idénticos, como apoyos, arcos, dinteles, etc., se suele dar tambien el nombre de simetría; y tambien deberémos decir que, cuando las circunstancias en que esos objetos se encuentran y sus destinos son iguales, su repeticion es necesaria, y seria desagradable una desigualdad no justificada, como sucede en

los elementos heterogéneos de la arquitectura latina en los primeros tiempos de su existencia.

Acostumbrada la vista á la unidad de aspecto que se muestra en esa simetría, se debe evitar sorprenderla con manifestaciones diferentes y efectos contrarios, que pugnan con un sentimiento creado y sostenido por el hábito. Pero no seria cuerdo hacer extensiva la simetría así entendida á la disposicion interior del plano en los edificios, porque las conveniencias son las que en primer término deben dictarla; la naturaleza no la observa en este caso, y su efecto á la vista es casi siempre nulo ó insignificante.

No se puede dar una definicion de esta cualidad en arquitectura sino en términos algo generales, porque si, acomodándonos á la significacion de la palabra, decimos que es el signo distintivo de un objeto, no habrá cuerpo alguno en las obras de la naturaleza, ni en las del arte, que no esté dotado de ella en mayor ó menor grado. Pero si consideramos el carácter como la cualidad que imprime á los edificios un modo de sér y de manifestarse, propios de su naturaleza, de su destino, que los revele con claridad, que por medios materiales haga sensibles las propiedades esenciales de la obra, las que constituyen su razon de sér, verémos que para realizarlas en el arte será preciso, despues de una concepcion muy clara y muy completa del edificio, un estudio especial de los medios que conduzcan á la expresion arquitectónica de las ideas y cualidades que deben dominar en él. Situacion, materiales, mano de obra, formas, líneas, magnitudes, riquezas, ornamentos, combinaciones, oposiciones, enlaces, etc., y el exámen y estudio de sus aplicacio- Carácter.

nes, así al todo como á las partes, y á estas como á sus detalles, con el fin de marcar en el conjunto una fisonomía particular apropiada al objeto: tales son, en pocas palabras indicados, los elementos sobre los cuales ha de extenderse la imaginacion del arquitecto para fijar la expresion de carácter en la edificacion que proyecta. Y esta expresion ha de revelarse en todas las partes del edificio, desde sus principales cuerpos hasta los más pequeños accidentes; ha de revestirlo y envolverlo, como una vestidura, plegándose sin violencia, con naturalidad, á las formas generales dictadas primero por las condiciones esenciales de su existencia y de su destino.

En el plano, en los cortes, en los alzados, en su disposicion y proporciones, ya serán las líneas simples, uniformes, ya variadas y distintas segun los usos á que se destina el edificio. Así se dice, por ejemplo, que todos los templos antiguos se parecen unos á otros, que todas las basílicas se parecen, que todos los circos se parecen; y así es verdad, y así debe ser; como debieran hoy parecerse todos los teatros, todos los hospitales, todas las cárceles, todos los edificios, en una palabra, que tienen comunidad de objeto, porque en la esencia de su composicion, en las formas generales de sus planos y perfiles, deberia estar impreso un carácter genérico comun. Pero dentro de ese carácter, que es comun á cada género, surgen diferencias esenciales de especie, y es por tanto preciso fijar más su expresion; no se borrarán los lineamientos principales que constituyen la semejanza, mejor dicho, la igualdad genérica expresada en el carácter que aquellos imprimen; pero se acomodarán á éste, sin alterarlo,

disposiciones propias para completar su expresion, para significar, para marcar la especie, y mejor aún dirémos, la individualidad del edificio. Y si el plano y los perfiles en su composicion técnica y artística son proyectados de tal modo que ya en ellos estén aplicadas aquellas cualidades que mejor correspondan al carácter de la obra, no se habrá tal vez conseguido, es probable, es casi seguro que no se habrá realizado todavía su expresion completa, mientras que el arquitecto no acuda á los recursos infinitos y variados de la decoracion, de que vamos ahora á ocuparnos.

La necesidad de variedad es el orígen y la causa de la decoracion. El alma siente tanto más placer cuanto más variados y numerosos son los objetos agradables que la impresionan, y que, evitando la monotonía y el fastidio, fijan la expresion de una obra y determinan y acentúan su carácter, su destino, su importancia. Decoracion.

Cuando se tiende la vista por el cuadro inmenso y sublime de la naturaleza, se reconoce que en ella no existe una sola obra, en donde no luzcan sus galas las múltiples expresiones de una infinita variedad que la realza y embellece. Y es natural que el arte, imitando sus disposiciones, y siguiendo sus procedimientos como modelos, quiera, por iguales medios, producir el efecto del placer.

Pero así como en la Creacion ciertas formas, colores, divisiones y elementos decorativos, por más que aparezcan á nuestra vista en muchos casos como meros ornamentos, como superfluidades, son y deben ser en realidad causas ó efectos de un órden necesario, más ó ménos conocido, más ó ménos revelado á nuestra inteligencia limitada, pero evi-

dente al sentimiento, así tambien el arte, que aspira á imitar en sus producciones aquel lujo de preciosa y admirable variedad con que la naturaleza brilla y se engalana, debe esforzarse por imitar tambien ese lazo misterioso, esa relacion íntima que ligan la necesidad al placer, la utilidad á la belleza, de tal manera que la una parezca hija de la otra.

Sin duda el hombre, en la limitacion de sus facultades, no es capaz de poseer el secreto de esa armonía que constituye el ideal á cuya realizacion dirige sus esfuerzos; pero siempre deberá el artista inspirarse en él, y en tanto serán más bellas sus obras en cuanto más se acerquen á la perfeccion que la caracteriza, siquiera esté persuadido *a priori* de la imposibilidad de alcanzarla.

El arte de decorar los monumentos, debe, pues, proceder siempre haciendo que sus producciones resulten de una necesidad más ó ménos sensible, y que expresen ideas, objetos, imágenes cuyas relaciones con la índole, con el destino del edificio, se manifiesten claramente, y desarrollando su carácter, hagan ver la armonía que reina entre las expresiones y el fondo de la idea principal y las partes derivadas de esta idea.

Entonces se dice que la decoracion tiene el mérito de ser lógica, necesaria; y se comprende bien, que así entendido y así aplicado el principio de la decoracion en arquitectura, no implica siempre la existencia de los adornos añadidos; algunos edificios, por virtud de su índole especial, de su destino, reclaman su ausencia, y su expresion decorativa más propia, más racional y más bella está en la disposicion inteligente de sus partes esenciales. Estos edificios no sólo no han

menester de los efectos auxiliares de la ornamentacion, sino que seria su carácter desnaturalizado por ellos.

Hemos dicho que es un mérito de la decoracion el ser lógica, necesaria, y que para esto deben sus expresiones explicar el objeto y desarrollar el carácter de la obra; pero seria exagerado suponer que todos los medios de decorar, que todas las especies de ornamentos, han de tener precisamente una razon, una significacion esencial.

Efectivamente, muchos adornos de los que hemos visto en todas las épocas del arte aplicados á los diferentes elementos de la arquitectura, carecen, en verdad, de una significacion, que sólo por violentas y en cierto modo arbitrarias semejanzas han podido algunos atribuirles. No los ha creado la razon, no los ha originado una necesidad especial; proceden de cierto instinto que lleva al hombre á buscar en todo el placer de la variedad, y que en esos adornos lo realiza, sin sujetarse á una rigorosa significacion. Tales son, en general, las diferencias de los capiteles, las rosas, las hojas, las perlas, las grecas, los entrelazos y todos los demás adornos de molduras; no los ha producido el capricho, la fantasía; proceden, sin duda, de la imitacion de objetos de la naturaleza; pero es difícil persuadirse de que alguna razon fundamental de necesidad haya jamás presidido á la idea de su aplicacion á la arquitectura; y lo más cuerdo es pensar que sólo los ha dictado ese gusto instintivo, innato en el hombre, por la variedad, que recrea y halaga los sentidos.

Mas no porque esos ornamentos en sí carezcan de una significacion precisa, se les ha de considerar como emanci-

pados de toda sujecion; su número, su diversidad, la viveza y movimiento de sus expresiones, deben contribuir á hacer sensible alguna cualidad, y modificar el carácter del edificio á que se les aplique, ya multiplicando las impresiones, ya produciendo la simplicidad, ya acomodándose y hasta reflejando la idea del lujo y la riqueza, etc., etc.

Los ornamentos han tenido siempre grande importancia en el arte monumental; muchas veces se puede asegurar que su falta priva á una obra, muy bien concebida y dispuesta, de todo el efecto que debiera producir; y su empleo poco atinado, caprichoso, no regulado por el buen gusto, podrá hacer que una obra racional tenga hasta las apariencias de una torpe concepcion.

Se recordará que hicimos ver, al describir los órdenes de la arquitectura griega, que los perfiles, las molduras y todas sus partes constituyentes procedieron de una imitacion muy clara de las construcciones de madera, y que embellecidas despues y variadas con expresiones diferentes, vinieron á ser los principales medios decorativos de toda obra de arquitectura, y de tal modo se identificó con esa imitacion la belleza de estas expresiones que, al exornar, nunca se olvidaba que los perfiles, los capiteles, las bases, frisos, arquitrabes, etc., eran ya por sí verdaderos ornamentos, y como sus elementos principales, no podian ser alterados en su esencia, ni desnaturalizados en su orígen y significacion por accesorios extraños ó por detalles invasores.

Fué despues el arte perdiendo su pureza primitiva; se creyó que era rutina el respeto á las formas racionales y necesarias, que era monotonía la regularidad fundada en principios justos, que la sobriedad, la compostura, la simplicidad argüian pobreza, timidez y uniformidad: y bajo la inspiracion de tan erróneos conceptos, se puso la mano con más audacia y presuncion que talento y fortuna, sobre lo que aquellas partes tenian de esencialmente necesario, se aplicaron ornamentos nuevos y caprichosos sobre todos los miembros, y perturbando con las formas los caractéres, y con estos las ideas, se llegó de extravío en extravío, de licencia en licencia, de capricho en capricho, á la extravagancia en la decoracion arquitectónica.

Se sucedieron en el discurso de los siglos diversos modos de decoracion, aplicables á los diferentes estilos, hasta que revivieron las primitivas formas algo alteradas, revestidas de multitud de ornamentos antes desconocidos. Los hemos dado á conocer todos en nuestras lecciones, y su larga enumeracion seria aquí inútil; basta que recordemos sólo que las formas dictadas por la razon, las proporciones armoniosas y las divisiones y miembros esenciales de toda obra de arquitectura, procediendo de la necesidad, y teniendo una significacion bien marcada, constituyen lo que se llama la decoracion arquitectónica, así en el interior como en el exterior de los edificios.

Pero pedimos algo más á la arquitectura; queremos que en sus disposiciones se lea con toda claridad la idea que confiamos á sus producciones, y aspiramos á que toda clase de conceptos, toda clase de impresiones, puedan encontrar en ella el modo de manifestarse y de trasmitirse al espectador. Y como la decoracion arquitectónica no puede alcanzar á tanto, vienen en su auxilio la escultura y la pintura, que

con sus signos y figuras alegóricas ó históricas, con los atributos y símbolos, completan y realizan toda suerte de expresiones, ora dando una existencia sensible á objetos emblemáticos, ora destacando las cualidades, ideas y sentimientos que la mitología representaba en las divinidades antiguas, ó en sus atributos especiales, ora acudiendo á los instrumentos propios de las artes y de las ciencias, etc., etc.; pero nunca empleando estos y otros medios análogos sin motivo fundado. Esas mismas artes auxiliares á veces se sirven de la representacion de porciones del cuerpo humano, ó de otros séres vivientes, de bustos, cabezas de animales y otras mil variedades de esas fantásticas composiciones llamadas arabescos, ó bien representan por medio de figuras enteras personificaciones de alguna concepcion poética, etc., etc.

Pero es preciso no abusar de esta decoracion, que es la más expuesta á las expresiones confusas y á la insignificancia; la escultura, sobre todo, inseparable compañera de la arquitectura, algunas veces reviste demasiada importancia en la decoracion exterior de los edificios; las estátuas, los bajorelieves se prodigan con tan poca discrecion, que ocultan y hacen desaparecer el verdadero carácter de la obra. Las grandes composiciones de la pintura y escultura producen efectos grandiosos y sorprendentes en monumentos importantes; la primera, generalmente se reserva para el interior, y la segunda, se ostenta por lo comun en las fachadas y partes exteriores.

Las inscripciones eran usadas en la antigüedad; pero más que como un medio de caracterizar un edificio, servian

para guardar la memoria de los grandes hechos, para honrar á los héroes y grandes ciudadanos; hoy casi constituyen el principal recurso de que se vale la arquitectura moderna para distinguir bien el objeto de cada edificio. Y es que, á fuerza de condenar las expresiones decorativas, se ha conseguido apartar de la buena senda el arte de decorar; y no evitando aquellas, se ha dado campo á las mayores extravagancias. De modo que, colocado así el artista entre los dos extremos, huyendo con razon del último, y no esculpiendo en sus obras atributos propios para señalar los caractéres, se vé condenado á producir siempre edificios semejantes unos á otros, y busca en las inscripciones el modo de significar su respectivo destino.

La pintura se vale de otro medio de decorar principalmente aplicable á los muros: es lo que se llama *arquitectura pintada*. Consiste en la representacion, por medio del pincel, de composiciones arquitectónicas más ó ménos complicadas. Se comprende, desde luego, que las obras representadas deben ser de la más bella expresion, y que no se podria en ellas admitir vicios de formas y proporciones, acaso excusables en las obras mismas por las sujeciones impuestas, que no existen ni pueden existir para una imitacion de la pintura.

En la antigua Roma ya era usado este medio de decorar, y entre las muchas variedades de lo que despues se ha llamado arabesco, habia en el interior de las casas muros pintados, y en el fondo de las composiciones veíanse monumentos en pequeño, vistas de ciudades y puertos, casas de campo, paisajes, etc., etc.

En épocas posteriores, en Italia, se descubren tambien

brillantes aplicaciones de esta decoracion, en que los efectos de ilusion eran admirables. De una de las mejores composiciones del gran decorador en este género, Girolamo Curti, se cuenta que la ilusion era tal, que un perro se rompió la cabeza contra el muro al querer subir por los peldaños que el pincel allí habia figurado.

Hemos querido dar aquí algunas ideas generales sobre la teoría de la decoracion, que á pesar de la vaguedad inevitable de sus indicaciones, puede tal vez servir de base para conocer el espíritu que debe regir en esta parte interesante de la disposicion arquitectónica. Por lo demás, los detalles acerca de la decoracion más propia para cada elemento, y los preceptos que deben dirigir al pintor y al escultor en las aplicaciones de sus artes respectivos, han sido expuestos con la posible extension en las lecciones de la primera y de esta segunda parte.

Estilo. A semejanza de la acepcion más general que esta palabra tiene en la literatura, la que tiene en el arte que estamos estudiando es la de cierta disposicion característica, impresa á sus producciones por un concurso de circunstancias especiales y diferentes para cada pueblo, cada época, cada artista. Así, el estilo en arquitectura es la expresion de un modo, de un gusto, de un carácter, peculiares, exclusivos; carácter, gusto y modo que proceden de condiciones de tiempo, de lugar, de instituciones, de hábitos, de climas, de aptitudes naturales, de la manera de sér y de pensar y de sentir de los pueblos, de las edades, de los indivíduos.

No se puede desconocer que existe siempre una misteriosa ley de correspondencia entre las condiciones materia-

les, las cualidades físicas de un objeto y las propiedades morales y facultades intelectuales del hombre que lo ha creado, y generalizando la observacion, podríamos decir, del pueblo y de la época á que pertenece. Diríase que aquellas son la expresion y la fisonomía que retratan á estas.

La historia de la arquitectura lo demuestra con evidencia; en cada época y en cada nacion, el arte de construir se presenta bajo una forma típica, especial, diferente de las que otra época y otro pueblo habian adoptado antes ó siguieron despues; todo cambio importante, toda transformacion social ó política de esas que alteran profundamente las condiciones de existencia de un pueblo, han determinado siempre alteraciones esenciales en el arte, nuevas disposiciones, y han dado orígen á estilos diferentes, más en armonía con las nuevas condiciones y nuevas necesidades y costumbres y leyes é instituciones nuevas.

Egipto está retratado en esa solidez indestructible, en esa uniformidad pesada, en esa monotonía, en esa falta de movimiento y vida, en esa simplicidad exagerada; estos son los rasgos característicos de su estilo.

El estilo antiguo griego se encontrará en ese admirable órden dórico, de formas racionales, de proporciones armoniosas, de severidad digna y de simplicidad noble y austera.

Otro estilo le sucede: más elegancia, más esbeltez y soltura, mayor número de ornamentos; en Roma el órden corintio domina con su gran riqueza: se prodigan las expresiones decorativas; se abandona la pureza de los primeros tipos,

De la decadencia, de las ruinas, de los escombros de esa arquitectura greco-romana, salen los elementos que constituyen ese conjunto desordenado, hijo de la pobreza y de la falta de recursos, en donde la razon es vencida por la necesidad, y en donde se muestran la incoherencia de las partes, la falta de unidad; pero el arco y la bóveda se ostentan ya por todas partes en los monumentos religiosos, y esto basta para darle un carácter, y atribuirle originalidad: es el estilo latino.

Mientras éste se desarrolla y propaga en Italia y en otros pueblos del Occidente de Europa, nace y se forma en el Oriente, en Bizancio, una distinta escuela con caractéres de originalidad que le dan grande importancia en la historia del arte; la cúpula es su forma típica y dominante; en esta arquitectura se ven los capiteles cúbicos, los materiales de diversos colores y otros detalles que es inútil repetir; su conjunto constituye el estilo bizantino ó neo-griego.

En él toman su orígen otros dos estilos, que, á pesar de ciertas relaciones de detalle, son esencialmente distintos, y de caractéres casi opuestos: el árabe con sus menudos materiales, sus arcos de diversas formas, sus multiplicados ornamentos, sus caprichosas formas, sus voluptuosas disposiciones, sus innumerables bordados y juegos y combinaciones de colores, sus primorosos detalles, etc., etc.; el romano-bizantino, llamado por muchos románico, en el cual aparece más bien el estilo romano degenerado que una arquitectura nueva ú original.

Aparece despues la arquitectura ojival, constituyendo un estilo verdaderamente nuevo; las líneas verticales, las terminaciones agudas, la poca base, la grande altura; tales son, entre otros, sus principales caractéres, que hemos explicado con bastante detalle en el curso de estas lecciones.

Italia, que apenas habia admitido este estilo en sus obras, arranca, en fin, del olvido y de las ruinas, las formas de la arquitectura antigua, y con ella crea un estilo nuevo que se llama del Renacimiento; toda Europa lo acepta y acoge con entusiasmo; en cada pueblo se reviste de un carácter y de un tinte especiales; la base, el alma del estilo son las mismas; pero varían mucho las expresiones, y hasta los nombres. En todas partes son la gracia, la fantasía y la elegancia sus más bellos atractivos; éste es el estilo que se llamó, y aún se llama en España, plateresco.

Despues de esta gran transformacion no ha ocurrido otra capaz de formar época en la historia del arte; no hay en verdad un estilo moderno original; tomamos los tipos de los estilos conocidos, acudimos siempre á la arquitectura griega, y no hemos creado, no hemos inventado una nueva arquitectura; reina el eclecticismo en nuestras obras, y, segun dicen muchos, nos arrastramos servilmente en la rutina y en la imitacion de las pasadas edades. Todo esto se dice como un cargo, como una censura fuerte dirigida á nuestra época; pero ¡qué injustos son los que así se expresan! ¡con cuánta ligereza miran la cuestion! y, ¡qué superficiales son sus juicios!

No, no es cierto que la reproduccion de la arquitectura griega sea una señal de poco espíritu de invencion; seria, en nuestro concepto, una prueba de racionalidad, si la viésemos más respetada por el arte moderno en sus principios

fundamentales; porque es preciso reconocer que en ninguna otra la verdad brilla con igual esplendor, con igual pureza; en ella se reunen todas las altas cualidades que la razon y el gusto piden á las producciones artísticas; y si la verdad es siempre una, reproducirla no es servilismo, como apartarse de ella no es invencion ni originalidad.

Bien se comprende que no pretendemos la imitacion de todos los detalles, símbolos, atributos, expresiones decorativas, alegorías etc., que estarian en desacuerdo con nuestras costumbres y nuestras creencias; nos referimos á lo esencial, á la composicion arquitectónica; y áun en esta, las condiciones de nuestra época deberán inducirnos á introducir ciertas variaciones; pero respetando los principales elementos, sus formas esenciales, sus principios fundamentales, en una palabra, el espíritu de esa arquitectura.....

Pues qué ¿se querria acaso que nos opusiéramos al espítu de la verdad?

Desgraciadamente en muchas de las obras modernas no se le respeta bastante, se imitan algunas disposiciones en las formas, en el aspecto, y no pudiendo hacerlo en la estructura, se apela á viciosos y falsos procedimientos; nosotros querríamos ver imitado el espíritu de la arquitectura griega, con las modificaciones de forma y de aspecto que el arte de construir en nuestros dias exige.

Hemos dicho que siempre que se ha presentado en la historia del arte un cambio de estilo, lo ha justificado alguna grande é importante transformacion social, que ha alterado profundamente la manera de sér de los pueblos; pero en nuestros tiempos las mudanzas son tan frecuentes como

efímeras y pasageras; y ¿se quiere que en tales condiciones nazca un estilo de arquitectura?

No puede ser así: al contrario, lo que por desgracia se observa es que el arte se rebaja, precisamente por no respetar los principios eternos é inmutables de la verdad; se pone al servicio de los inconstantes caprichos de la moda, y se hace mercader, especula con sus torpes complacencias, y varía al compás de las exigencias de una sociedad, que cada dia quiere nuevas impresiones que borren las del anterior, y desaparezcan al siguiente. ¡Ojalá fuera enteramente cierto lo que esos críticos señalan como un defecto de la arquitectura moderna! No tendríamos entonces esa multiplicidad de pretendidos estilos, que sin principios, sin razon de sér, sin originilidad, no son otra cosa que nombres dados á un conjunto de ornamentos, que nada significan, nada dicen á la razon, y sólo muestran á los ojos cierta variedad comunmente desordenada y confusa.

Pero ha aparecido en el arte de las construcciones un nuevo material, cuando la madera casi desaparecia, cuando el empleo de la piedra se hacia más difícil y más costoso, cuando las circunstancias económicas de la sociedad creaban nuevas necesidades, y cambiaban nuestra manera de vivir, nuestras ideas, y parecian cambiar hasta nuestras costumbres; ese material, el hierro, con propiedades y caractéres esencialmente distintos, reclama tambien formas y proporciones diferentes de las hasta ahora conocidas y aplicadas.

Hé aquí un grande é importante acontecimiento de la historia del arte, que reclama y traerá consigo la creacion

de un nuevo estilo, que aún no existe; pero los estilos, tales como hemos querido definirlos y como creemos comprenderlos, no son la obra de un dia; se crean lentamente. El estilo moderno, el que reflejará las condiciones de nuestra época, asoma ya por los horizontes del arte, y tal vez no tardará en aparecer completamente constituido.

FIN DE LA SEGUNDA PARTE.

ÍNDICE

DE LA SEGUNDA PARTE.

Páginas.

DEFINICIONES. v

LECCION X.

PÓRTICOS. 1
Definicion.—Combinacion horizontal.—Id. vertical.—Variedad inmensa de combinaciones.—Pórticos antiguos.—Aplicaciones hechas en Grecia.—En la arquitectura romana.—Preceptos de Vitruvio.—Pórticos de arcadas en Roma.—Dificultades de los pórticos y medios adoptados por los Romanos para salvarlas.—Combinaciones verticales en Grecia y Roma.—Encuentros de pórticos en la arquitectura griega y romana.—Pórticos de la arquitectura latina.—Arquitectura bizantina.—Id. de la Edad Media.

LECCION XI.

CONTINUACION DE LOS PÓRTICOS. 25
Pórticos del Renacimiento.—Loggia dei Lanci.—Otros pórticos del Renacimiento en Italia.—Entablamentos con bóvedas y dobles apoyos.—Techos planos.—Proporciones en el Renacimiento.—Arquitectura moderna.—Pórticos de hierro.—Trazado.—Plano.—Perfil.—Alzado.—Belleza.

LECCION XII.

PORCHES Ó PORTALES. 59
Definicion.—Disposicion.—Carácter.—Porches de la Edad Media. — *Vestíbulos.* — Definicion. — Disposicion.—Carácter.—*Salas.*—Definicion.—Disposicion.—Formas, dimensiones.—Techos planos ó abovedados.—Altura.—Luz.—Decoracion.

LECCION XIII.

ESCALERAS. 97
De piedra ó mampostería.—De madera.—De hierro y mampostería, de hierro y madera.—De hierro sólo.

Páginas.

LECCION XIV.

Composicion de bóvedas. 139

LECCION XV.

Partes accesorias de los edificios. 183
Patios.—Jardines.—Fuentes.—Distribucion de agua en el interior de los edificios.—Grutas.—Dependencias.

LECCION XVI.

Partes subterráneas de los edificios. 219

LECCION XVII.

Calefaccion. 261
Caloríferos.—Primer sistema: aire caliente.—Segundo sistema: vapor de agua.—Tercer sistema: circulacion de agua caliente.—Cuarto sistema: vapor y circulacion de agua.—Gas.

LECCION XVIII.

Ventilacion. 297
Ventilacion natural.—Id. por chimeneas con hogar.—Con calor trasmitido.—Inyeccion de vapor.—Aparatos mecánicos de aspiracion.—Ventiladores.

LECCION XIX.

Principios generales para proyectar y disponer una obra de arquitectura. 329
Situacion.—Materiales y mano de obra.—Sistema de construccion.—Programa.

LECCION XX.

Grandeza.—Conjunto.—Gradaciones.—Unidad.—Simplicidad.—Variedad.—Movimiento.—Oposiciones, contrastes.—Decoro.—Conveniencia.—Compostura.—Orden.—Pureza.—Exageracion.—Capricho.—Extravagancia.—Proporcion.—Euritmia.—Armonía.—Cambio de proporciones.—Simetría.—Carácter.—Decoracion.—Estilo . . 371

ERRATAS DE LA SEGUNDA PARTE.

Páginas.	*Lineas.*	*Dice.*	*Debe decir.*
37	1	una necesidad................	necesidad
42	7	docks y........................	*(Suprimase.)*
68	22	falta de espacio..............	falta de espacio,
77	2	sólo............................	solo
85	Nota	de...............................	del
112	4	objetivo........................	objeto
128	27	escalera.	escaleras.
145	4	entrates........................	entrantes
148	18	las circunstancias............	la circunstancia
149	22	de crear, de hacer nacer.......	de crear
153	19	y jugando el papel de.........	y como
171	20	debido.	debido de
194	9	ha alcanzado gran boga,......	ha tenido y tiene gran aceptacion,
201	10	puden...........................	pueden
215	3	conchóideas....................	conchíferas.
241	9	sino.............................	hasta
248	17	todas las otras.	todas las demás
255	5	se aperciban.	adviertan
262	10-11	inherentes á.	propios de
275	13-14	esquisito.	exquisito
276	8	se emplea.......................	se emplean
294	24-25	bajo la base....................	sobre la base
298	22	dadas.	dada
329	6	objetivo.........................	objeto
333	24	salvando........................	modificando
334	13	se elabora ó prepara ó usa.....	se elaboran ó preparan ó usan
335	23	prisiones........................	cárceles.
338	16	magestuosa.	majestuosa
340	11	departamental,.................	provincial,
341	18	el objeto.	objeto.
342	24	en.	de
358	10	prestigitador...................	prestidigitador
379	4	magestad.	majestad.
405	1	pasageras.......................	pasajeras.
405	8	las exigencias.................	los gustos

NOTAS.

I.

En la introduccion decimos: «DESDE EL ALTAR DE PIEDRA, DESDE EL DÓLMEN DRUIDA HASTA etc., etc.» Bien comprenderá el lector que esta simple frase está muy distante de envolver afirmacion alguna acerca del carácter, del orígen, ni del destino de esos monumentos, que unos han mirado como prehistóricos, otros como prohistóricos, otros como imitaciones de las obras de piedra de los Romanos, etc., etc. Hipótesis más ó ménos ingeniosas, teorías más ó ménos bien fundadas, aseveraciones algunas veces atrevidas y violentas, cuando no paradojas inadmisibles, han llenado volúmenes enteros, pretendiendo arrojar luz sobre la densa niebla que cubre y guarda el secreto de una antigüedad remotísima.

Esos monumentos que se conocen hoy y se designan bajo el nombre de *megalíticos*, ¿á qué época corresponden?.... ¿por qué raza

fueron levantados?.... ¿qué destino tuvieron?.... Hé aquí tres preguntas á las cuales las investigaciones arqueológicas y los estudios etnográficos no han podido aún, ni tal vez podrán jamás, dar cumplida y satisfactoria contestacion.

Los *dólmenes*, por ejemplo, ¿eran altares?.... ¿eran sepulturas (segun la opinion hoy más autorizada)?.... ¿señalaban acaso los lugares en donde se proclamaban los caudillos, ó donde se administraba justicia, ó en que se rendia homenaje á los señores y soberanos?.... ¿Tenian los dólmenes algun carácter religioso?.... ¿pertenecen á la religion druida?.... ¿son obra de una sola raza invasora, que esparcida por muy dilatadas regiones, dejára en ellas impresa, con tan extraños monumentos, su civilizacion, ó proceden de diversas razas, y á pesar de sus aparentes analogías no caracterizan un solo pueblo?

Todos estos y otros muchos problemas parecen todavía pendientes de solucion, están envueltos en las sombras de la duda; la hipótesis reina en ese inmenso campo, que ha sido, es, y acaso por mucho tiempo seguirá siendo, escena de grandes y célebres disputas y controversias.

Las ligeras consideraciones que preceden bastan seguramente para que nadie pueda ver en nuestras palabras citadas más que *una manera de decir*, y no una opinion ó juicio sobre puntos tan debatidos por arqueólogos de primera nota, entre cuyos nombres figuran dignamente los de ilustres españoles que honran á nuestra pátria, y nos proporcionan con sus profundos estudios é investigaciones el gusto y hasta el orgullo de admirarlos y aplaudirlos.

Los modernos trabajos de los Sres. Rada y Delgado y Tubino, ilustran tanto sobre estos puntos de arqueología y causan tanto deleite en quien los lée, que por sí sólos pueden crear aficion, hasta hoy rara entre nosotros, á esa clase de estudios sérios y difíciles.

XX.

«Punto de vista.» Se halla con frecuencia esta expresion en varias páginas del texto. Su aplicacion admitida es como voz técnica en la *estereotomía*. Las palabras castellanas *aspecto, concepto*, son las que desearíamos haber puesto en su lugar, evitando el galicismo en que hemos incurrido, frecuentemente empleado, casi autorizado por el uso; pero no por eso ménos impropio para quien dé la debida importancia á la pureza del lenguaje.

«Revestir.» Este verbo, usado algunas veces en estas lecciones en frases como: «LOS CARACTÉRES QUE REVISTE TAL ESTILO,» «TAL BÓVEDA REVISTE FORMAS, etc.», «DISPOSICIONES QUE HAN REVESTIDO Y REVISTEN LOS BASAMENTOS, etc.», deberia ser reemplazado por «PRESENTAR» ú «OFRECER»; y sin duda alguna serían más castizas las expresiones.

La palabra «CUESTION» (aparte los casos de su acepcion propia) es sólo admisible y está autorizada en las ciencias matemáticas como equivalente de *problema*. Cuando ésta no sea su significacion natural, se la debe sustituir con alguna de las siguientes, que son puras castellanas: *punto, asunto, materia*. «ABORDAR UNA CUESTION», frase tambien empleada algunas veces en este libro, debe cambiarse por «ENTRAR EN MATERIA», «ENTRAR EN UN ASUNTO.»

«Numerosos, numerosas.» Nos parecen aplicables á este vocablo, de sabor evidente francés cuando no es de significacion colectiva, las juiciosas y atinadas observaciones que hace Baralt comentando las siguientes voces: «SIN NÚMERO», «EN GRAN NÚMERO», «HACER NÚMERO», «SER DEL NÚMERO DE etc.» Nos apresuramos, pues, á indicar éste, á nuestro juicio, error en que la costumbre nos ha llevado á incurrir.

«Infranqueable.» Hemos escrito alguna vez en este libro «LÍMITES INFRANQUEABLES», y no estando autorizada tal palabra por la Academia, la retiramos desde luego, y en su lugar pondríamos: «QUE NO ES DADO (Ó QUE ES IMPOSIBLE) TRASPASAR.»

«Jugar un papel» es galicismo tan señalado y tan chocante, que despues de haberlo escrito, queremos condenarlo como una falta grave de lenguaje; la hubiéramos evitado poniendo: «HACER PAPEL DE», «OCUPAR UN LUGAR», «TENER UN LUGAR.»

«Acusar.» Hemos dicho: «LA MÁS CLARA Y LA MÁS ACUSADA» «UNA DISPOSICION QUE LO ACUSA.».... Baralt «ACUSA AL QUE TAL DICE DE GALICISTA REMATADO, INCAPAZ DE SACRAMENTOS CASTELLANOS.» Reconocemos y confesamos nuestra falta, y suplicamos al lector que reemplace esa palabra *acusar* con «REVELAR», «MANIFESTAR», «DAR A CONOCER», «PATENTIZAR.»

«Fundicion.» Se deberia en rigor decir: «HIERRO FUNDIDO», «HIERRO COLADO.» No consideramos, sin embargo, esta falta grave, y aún nos inclinamos á creer que convendrá antes de mucho aceptar y dar por buena dicha palabra.

«Inspirarse en.» Es hoy costumbre bastante generalizada emplear ese verbo como recíproco; y, obedeciendo á tal costumbre, hemos dicho: «LAS IDEAS EN QUE SU RELIGION SE INSPIRA»; «SE INSPIRA

EN SUS FORMAS Y PROPORCIONES»; «SE INSPIRA EN OTROS PRINCIPIOS» etcétera, en vez de decir: «LAS IDEAS QUE INSPIRAN SU RELIGION»; «LA INSPIRAN SUS FORMAS Y PROPORCIONES»; «OTROS PRINCIPIOS LA INSPIRAN.»

«OCUPARSE DE» Admitido y autorizado el uso del verbo *ocupar* en forma recíproca, la impropiedad en que hemos incurrido con frecuencia, y que señalamos aquí al lector, está en el régimen. Opinan unos que se puede decír «OCUPARSE DE», y otros (las más respetables autoridades) entienden que se debe decir: «OCUPARSE EN». Si hubiera estado en nuestra mano hacer la correccion de pruebas con ménos precipitacion, habríamos preferido eludir el uso de una y otra forma, empleando al efecto las siguientes, muy castizas, y no sujetas á controversia: «ESTUDIAR», «EXAMINAR», «DISCURRIR SOBRE», «CONSAGRARSE A» etc., etc.

XXX.

Para la redaccion de estas lecciones y para las figuras del atlas hemos consultado las obras de Batissier, Viollet-le-Duc, Hope, Ramée, Gailhabaud, Quatremère de Quincy, Reynaud, Durand, Emy, Collignon, Claudel, T. Richard, Valdés, Laboulaye, y las publicaciones periódicas de Oppermann, César Daly, *Revista de obras públicas*, *Monumentos arquitectónicos de España*. Hemos tenido constantemente á la vista la obra clásica por excelencia: «*Los diez libros de arquitectura* de M. Vitruvio Polión.